ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 OCTOBRE 1911.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Je suis heureux d'annoncer à l'Académie qu'un certain nombre de savants éminents, venus à Paris, à l'occasion du Congrès des éphémérides astronomiques, sont aujourd'hui présents parmi nous. Ce sont :

Sir David Gill, Correspondant de l'Académie ;
MM. Backlund, Correspondant de l'Académie ;
Dyson, Astronome royal de l'Observatoire de Greenwich ;
Hough, Astronome royal du Cap ;
Cowell, Superintendent du *Nautical Almanac;*
Fritz Cohn, Directeur de l'Institut des calculs astronomiques de Berlin ;
Fichelberger, Directeur du *Nautical Almanac* de Washington ;
Général de Azcarate, Directeur de l'Observatoire et de l'*Almanaque nautico* de San Fernando ;
Boccardi, Directeur de l'Observatoire de Turin ;
Perrine, Directeur de l'Observatoire de Cordoba ;
Ch. André, Directeur de l'Observatoire de Lyon ;
Luc Picart, Directeur de l'Observatoire de Bordeaux ;
A. Verschaffel, Directeur de l'Observatoire d'Abbadia.

J'ai l'honneur de leur souhaiter la bienvenue et de les prier de prendre place parmi nous.

M. le **Président** rend compte en ces termes de la mission que l'Académie

a confiée à ses délégués, à propos de l'érection de la statue de *De Romas*, à Nérac :

Hier, en présence de M. le Président de la République, des délégués de l'Académie des Sciences, MM. d'Arsonval et votre Président, de la délégation de l'Académie de Bordeaux et des autorités régionales, a été célébrée à Nérac une belle fête scientifique et rendu un tardif hommage à un physicien français du XVIIIe siècle trop longtemps oublié.

Le 12 juillet 1752, De Romas, lieutenant-assesseur au présidial de Nérac, faisait connaître, à l'Académie des Sciences de Bordeaux dont il était membre, un projet de cerf-volant destiné à capter la matière du tonnerre des nuages orageux. Moins d'un an après, en mai 1753, cette expérience fut réalisée par lui, à l'aide de son cerf-volant, muni d'une corde tissée de métal, qui lui permit de tirer des nuages des étincelles de plusieurs mètres de long avec lesquelles il put tuer un fort chien. Le bruit de ce tonnerre artificiel s'entendait au loin dans la ville. De Romas produisit aussi tous les autres effets des machines à électricité par frottement. Telle fut la démonstration définitive de la nature électrique de la foudre.

On sait que, presque à la même époque, Franklin faisait en Amérique une expérience analogue ; mais la corde de chanvre de son cerf-volant ne lui donna que des étincelles minimes ou douteuses. Cette expérience, exécutée secrètement, fut annoncée par lui, pour la première fois, dans une lettre écrite à Watson et communiquée à la Société royale de Londres en janvier 1753.

De Romas ne se borna pas à ces expériences retentissantes. Il montra que cette électricité des nuages existait même par beau temps. Il observa aussi qu'elle pouvait guérir quelquefois les paralytiques. On vit, sur la place de Nérac, un homme, incapable jusque-là de marcher et de travailler, et que De Romas avait traité durant plusieurs semaines par l'électricité des nuages, traverser le marché en portant sur ses épaules un sac de blé.

C'est ainsi que de Romas devint prophète dans son petit pays; mais l'Académie des Sciences de Paris ne lui rendit justice que tardivement par la voix de l'abbé Nollet qui reconnut ces faits et la priorité du projet annoncé à l'Académie de Bordeaux de sa célèbre expérience.

Vous lirez l'historique de ces remarquables découvertes dans le beau discours prononcé hier par M. d'Arsonval et dans l'ouvrage que M. le professeur Bergonié vient de consacrer à de Romas.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L'ammoniaque dans les pluies et les neiges des stations d'observation de la Mission Charcot.* Note de MM. **A. Müntz** et **E. Lainé**.

L'ammoniaque est répandue dans l'atmosphère en proportions sensiblement constantes, comme l'ont démontré les observations de M. Th. Schlœsing, de MM. Müntz et Aubin. Les précipitations d'eaux météoriques en entraînent des quantités variables, qui ont été fixées par divers expérimentateurs. Comment se répartissent ces quantités au voisinage du Pôle Sud? L'expédition de M. Charcot nous a offert l'occasion de les déterminer.

M. l'enseigne de vaisseau Godfroy a, suivant les instructions que nous lui avons données, recueilli des échantillons d'eaux météoriques, les a préparés en vue de leur conservation et les a rapportés à notre laboratoire, où nous avons pu faire des dosages rigoureux.

Le principe de la méthode de préparation des échantillons, que nous avions établie pour d'autres recherches, consiste à distiller partiellement sur place, dans un appareil à serpentin renversé, les eaux météoriques recueillies. Les premières parties condensées sont reçues dans de l'acide sulfurique, qui est ensuite additionné d'alcool. On assure ainsi la conservation de l'ammoniaque sous un faible volume, et au retour, on peut en opérer le dosage.

M. Godfroy a ainsi prélevé 4 échantillons d'eaux de pluie et 14 de neige. Voici la désignation de ces échantillons, avec la proportion d'ammoniaque contenu par litre d'eau :

Date.	Échantillon.	Localité.	Lat. S.	Long. W.	Ammoniaque par litre d'eau.
			° ′ ″	° ′ ″	mg
15 janv. 1909...	Neige	En mer	68.00.00	71.20.00	0,57
28 janv. » ...	Neige	Sous l'île Jenny	67.43.00	70.46.00	0,42
20 mars » ...	Pluie	Port-Circoncision	65.11.00	66.35.00	9,82
24 mars » ...	Pluie	»	»	»	1,30
31 mai » ...	Neige	»	»	»	0,23
13 juill. » ...	Neige	»	»	»	0,16
26 juill. » ...	Neige	»	»	»	0,23
17 août » ...	Neige	»	»	»	0,15
24 août » ...	Neige	»	»	»	0,18
5 sept. » ...	Neige	»	»	»	0,17
21 sept. » ...	Neige	»	»	»	0,17

Date.		Échantillon.	Localité.	Lat. S.	Long. W.	Ammoniaque par litre d'eau.
				° ′ ″	° ′ ″	mg
5 oct.	» ...	Neige	Port-Circoncision	65.11.00	66.35.00	0,40
25 oct.	» ...	Neige	»	»	»	0,22
2 déc.	» ...	Neige	Port-Foster (île Déception)	63.00.00	62.53.00	0,23
5 janv. 1910...		Pluie	Pendulum Cove (île Déception)	62.55.35	62.55.25	1,12
11 janv.	» ...	Neige	En mer	69.13.00	78.42.00	1,24
18 janv.	» ...	Neige	En mer	69.38.00	107.00.00	1,52
3 fév.	» ...	Pluie	Baie Tuesday (extrême-ouest du détroit de Magellan)	52.51.00	79.07.00	0,25

Si nous comparons ces divers résultats à ceux qui ont été obtenus, notamment par Boussingault en France, par Lawes et Gilbert en Angleterre, par MM. Müntz et Aubin au sommet du Pic du Midi, nous constatons qu'ils ne s'éloignent pas sensiblement de ce qu'on avait trouvé jusqu'à présent sous nos climats.

Pour les neiges, le minimum, aux stations d'observation de la Mission Charcot, a été de $0^{mg},15$; le maximum, de $1^{mg},52$ par litre d'eau. La moyenne étant de $0^{mg},42$. Pour les pluies, le maximum a été de $9^{mg},82$; le minimum, de $0^{mg},25$, avec une moyenne de $3^{mg},12$. Le maximum pour les pluies est évidemment anormal, mais des résultats analogues ont été quelquefois constatés en Europe. Si nous ne tenons pas compte de ce chiffre, la moyenne pour les pluies est de $0^{mg},89$. Celle des pluies obtenues par Lawes et Gilbert est de $0^{mg},97$. Celle obtenue par Boussingault est de $0^{mg},52$.

Quant aux neiges, on sait qu'elles sont moins riches que les eaux de pluie. Ainsi, au Pic du Midi, les eaux météoriques recueillies par MM. Müntz et Aubin leur ont donné, pour les neiges, $0^{mg},06$ à $0^{mg},14$, tandis que les pluies de la même station leur ont donné de $0^{mg},12$ à $0^{mg},64$. Des résultats obtenus au voisinage du Pôle Sud par la Mission Charcot et de leur comparaison avec ceux obtenus en Europe, on peut donc conclure que la répartition de l'ammoniaque dans les pluies et les neiges est voisine de celle qui a été obtenue dans les diverses stations de l'Europe.

M. **Deslandres** fait hommage à l'Académie du Tome IV des *Annales de Meudon*, et dans les termes suivants :

« Le Tome IV représente trois années de recherches (de 1908 à 1910 inclus), consacrées aux couches supérieures de l'atmosphère solaire. Il y a

près de vingt ans, j'ai indiqué une méthode générale capable de déceler toutes les couches de vapeur de l'atmosphère entière, projetée sur le disque, couches basse, moyenne et supérieure. Les couches moyenne et basse ont été obtenues les premières; mais les couches supérieures exigent des appareils très puissants qui ont pu être organisés seulement lorsque j'ai été mis à la tête de l'Observatoire de Meudon.

» Bref, nous avons pu, les premiers, isoler complètement, reconnaître et photographier les couches supérieures, qui offrent les propriétés les plus curieuses. Les principales épreuves, faites avec l'aide de d'Azambuja, aide-astronome, et de Burson, astronome assistant, sont reproduites dans les 40 planches des Volumes, qui ont été difficiles à obtenir en héliogravure, mais qui donnent une idée suffisante de ces régions nouvelles.

» La surface et les couches inférieures de l'atmosphère sont caractérisées, comme on sait, par les points noirs, qui sont les taches, et par les plages particulièrement brillantes, appelées *facules*. Or, dans les couches supérieures, les taches disparaissent presque absolument, les plages faculaires subsistent, mais avec des formes différentes, et l'on voit apparaître des lignes noires nouvelles, souvent très longues, que j'ai appelées *filaments*. De plus, d'autres lignes, moins noires, mais encore plus longues, nommées *alignements*, forment avec les filaments, sur le Soleil entier, un réseau à larges mailles. Les filaments sont constamment le siège de mouvements ascensionnels, et les protubérances sont intimement liées aux filaments et alignements, mais sans se confondre avec eux.

» Ce grand réseau de lignes noires, spécial à la couche supérieure, offre aux pôles des courbes curieuses qui les entourent, et ont pris, en 1910, un grand développement. Or, au même moment, les taches de la surface, qui diminuent depuis le dernier maximum de 1905, et sont toujours voisines de l'équateur, étaient faibles et peu nombreuses. Ainsi, le régime des variations et l'activité générale sont différents dans les couches basses et dans les couches élevées de l'atmosphère, et sont peut-être même opposés. D'où la nécessité d'étudier et de relever ces filaments supérieurs avec le même soin que les taches de la surface et avec la même continuité. »

M. L.-E. Bertin fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée : *Lois du mouvement de translation accéléré ou ralenti, consécutif à un changement de la puissance développée par le moteur d'un navire.*

MÉMOIRES LUS.

Sur la Cosmogonie de Laplace; par M. Ch. André.

Depuis une trentaine d'années, une certaine école cosmogonique mène grand train contre l'hypothèse nébulaire de Laplace ; chacun des faits nouveaux que révélait l'observation, dès qu'il paraissait un peu en dehors de cette cosmogonie, était immédiatement une arme entre ses mains et elle espérait bien que cette fois c'était le coup mortel. En vain les travaux de Roche, Darwin et Stratton démontraient-ils successivement que toutes les anomalies apparentes s'expliquaient aisément, sans qu'on ait à toucher pour cela à la conception fondamentale de l'illustre géomètre, cette école ne s'avouait pas vaincue ; et, tout récemment, un de ses représentants les plus autorisés, M. T.-J.-J. See, trouva contre elle un argument nouveau, irréfutable et qui, chose d'importance, viendrait d'un astronome français, de grande notoriété ; c'est ce qu'il appelle le *Criterium de Babinet*.

Voici la démonstration de l'astronome américain :

Il suppose que le Soleil tout entier a concouru à la formation des planètes, que, lors de la formation de l'une d'elles, il constituait une masse homogène uniformément répandue dans tout l'espace compris à l'intérieur de son orbite, et que, dans ses contractions successives l'amenant à constituer notre Soleil, cette masse soit restée constamment homogène; prenant ensuite une marche inverse, il part du mouvement actuel de rotation du Soleil et, se basant sur le principe de la conservation des aires, calcule quelle serait sa vitesse de rotation s'il était dilaté jusqu'à ce que son rayon devienne successivement le demi grand axe de chacune des orbites planétaires.

Ce calcul, il le fait pour chacune des planètes et chacun de ses satellites, et il arrive à des durées de rotation, dont les nombres suivants donnent un exemple :

La Terre	1673 ans	au lieu de	1 an.
Neptune..............	2 888 533 ans	»	165 ans.
Phobos	191 heures	»	8 heures.
Satellites de Neptune...	141 jours	»	6 jours.

Les vitesses de rotation correspondant à ces durées seraient évidemment beaucoup trop faibles pour que la force centrifuge balançât la pesanteur et, par suite, pour l'abandon d'un anneau équatorial isolé de la masse : M. See en conclut donc que la théorie de Laplace est insoutenable et absolument condamnée.

Or, si l'idée de ce calcul vient de Babinet, qui l'a effectué réellement pour la Terre et Neptune, le but que se proposait cet astronome était bien différent et sa conclusion était bien différente. Voici ce qu'il dit [1] :

« Plusieurs personnes ont pensé que le Soleil lui-même avait été primitivement dilaté de manière à remplir d'une façon homogène l'espace entier qu'occupent maintenant les planètes, quoique Laplace mentionne expressément qu'au moment de la formation de ces corps, c'est l'atmosphère seule du Soleil qui a cette vaste étendue. Nous avons un moyen mathématique de trancher la question, c'est de calculer, d'après le mouvement actuel de rotation du Soleil, quelle serait sa vitesse de rotation si, conservant la somme des aires que décrivent ses points matériels, il était dilaté de manière que son rayon devînt égal à la distance de la Terre au Soleil ou à celle de Neptune au Soleil. »

Babinet fait les calculs indiqués et en conclut, non pas que la théorie de Laplace, que son but était de défendre, était contredite par leurs résultats, mais bien que l'hypothèse nouvelle, ne pouvant rendre compte des faits, était inadmissible. Mais cette hypothèse n'est pas celle de Laplace ; elle est devenue celle de M. See, et tous ses résultats numériques ne prouvent rien autre chose, si ce n'est qu'elle est radicalement fausse. L'argument décisif, par lequel il prétendait ruiner le système de Laplace, s'évanouit donc de lui-même.

COMMISSION.

L'Académie précède, par la voie du scrutin, à la nomination de la Commission du *prix Jean Raynaud* qui doit être décerné en 1911.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

MM. les Membres du Bureau de l'Académie; MM. **Poincaré**, **Roux**, **Alfred Picard**.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 52, p. 481.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Leonhardi Euleri *Opera omnia. Dioptrica* edidit Emil Cherbuliez. Volumen prius.

2° *Rapport scientifique sur les travaux entrepris en* 1910 *au moyen des subventions de la* Caisse des recherches scientifiques.

3° Service hydrométrique du bassin de la Seine : *Observations sur les cours d'eau et la pluie centralisées pendant l'année* 1910.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à désigner l'un de ses Membres pour occuper, dans la *deuxième Section de la Commission technique de la Caisse des Recherches scientifiques*, la place vacante par le décès de M. Troost.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le deuxième trimestre de* 1911. Note de M. **J. Guillaume.**

Il y a eu 69 jours d'observation dans ce trimestre et l'on en a déduit les principaux faits que voici :

Taches. — Par suite d'un réveil d'activité qui s'est manifesté en avril-mai, l'aire totale enregistrée est double de celle du trimestre précédent et le nombre des groupes de taches est augmenté d'un quart; on a, en effet, 726 millionièmes au lieu de 353, et 18 groupes au lieu de 14.

Leur répartition, de part et d'autre de l'équateur, est de 14 groupes au lieu de 11 dans l'hémisphère Sud et de 4 au lieu de 3 au Nord.

D'autre part, le disque solaire a été noté 27 jours sans taches : les 16, 20 avril; du 10 au 18 et le 24 mai; les 6, 7, 8, 14 au 21, 26, 27 et 28 juin. Il en résulte un nombre proportionnel trimestriel de 0,39 au lieu de 0,37 obtenu précédemment.

Régions d'activité. — Le nombre des groupes de facules enregistrés est sensiblement le même que celui du trimestre précédent : 74 au lieu de 73; mais leur surface totale est plus élevée d'un tiers avec 51,3 millièmes au lieu de 37,5.

Enfin, on constate que les facules continuent d'être beaucoup plus nombreuses au sud de l'équateur (55 groupes) qu'au nord (19).

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Avril 1911. — 0,11.			
28- 6	7	1,4	— 1		90
1- 7	4	7,6		+ 9	38
4-15	9	9,3	— 8		86
18	1	22,8	— 5		3
25	1	24,2	—10		8
22- 3	9	27,7	— 2		100
24-29	5	28,6	— 3		9
22- 3	9	28,7	— 6		125
22- 2	8	28,8	—11		34
	19 j.		— 5°,8	+ 9°	
		Mai. — 0,36.			
5- 8	3	3,6	—11		51
		Mai (suite).			
9	1	7,3	— 5		4
2- 5	3	8,4	—14		8
5- 9	4	9,4	— 8		18
21	1	20,8	—11		13
19-23	5	25,6	— 6		15
25- 5	9	30,8		+ 9	113
	28 j.		— 9°,2	+ 9°	
		Juin. — 0,68.			
2- 3	2	1,0		+ 9	4
22-23	2	25,4		+ 9	7
	22 j.		»	+9°	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1911.	Sud. 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril	»	»	»	1	7	8	1	1	»	»	»	»	9	493
Mai	»	»	»	3	3	6	1	1	»	»	»	»	7	222
Juin	»	»	»	»	»	0	2	2	»	»	»	»	2	11
Totaux	»	»	»	4	10	14	4	4	»	»	»	»	18	726

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1911.	Sud. 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril	2	1	2	7	9	21	4	2	1	1	»	»	25	17,7
Mai	2	2	1	6	7	18	8	3	2	1	1	1	26	20,6
Juin	2	2	1	3	8	16	7	2	2	1	1	1	23	13,0
Totaux	6	5	4	16	24	55	19	7	5	3	2	2	74	51,3

ASTRONOMIE. — *Sur le spectre de la comète de Brooks.* Note de M. **J. Bosler**, présentée par M. H. Deslandres.

J'ai eu l'occasion d'étudier, les 22 et 25 septembre derniers, le spectre de la comète de Brooks (1911 *c*) avec la chambre prismatique à miroir de $0^m,25$ et à prisme de flint, employée en 1910 pour les comètes Innes (1910 *a*) et de Halley. Cet appareil a un rapport d'ouverture de $\frac{1}{3}$ et la grande concentration de lumière qui en résulte permet de l'employer à la reconnaissance d'objets peu lumineux.

Je me suis servi de plaques Lumière Σ et de plaques orthochromatiques Wratten « Verichrome ». Les poses des trois clichés obtenus ont été respectivement 25^m, 1^h et $1^h 35^m$. Le spectre de comparaison employé était celui de Véga.

Les clichés montrent dans le noyau de la comète toute la série des bandes rouge, jaune, verte et bleu des hydrocarbures de longueurs d'onde voisines de λ 612 (1), 560 (4), 516 (8) et 473 (20) [1]. On y voit aussi les radiations λ 436,5 (2) et 431 (2) qui ont la même origine ainsi que celles du cyanogène λ 421 (1,5) et λ 388 (20). En dehors de ces bandes qui constituent, on peut le dire, le spectre le plus ordinaire des comètes, on remarque dans la tête un groupe de radiations de longueurs d'onde respectives 407 (2), 405 (3), 401 (2) et 399 (1).

Le cliché du 25 septembre (pose $1^h 35^m$) permet, en outre, de reconnaître sur une certaine longueur les radiations principales du spectre de la queue. La radiation λ 401 déjà citée s'étend dans la queue jusqu'à 1° 30′ du noyau [2] : il en est de même de deux autres, de longueurs d'onde voisines de λ 425 et de λ 455, qui sont dans le noyau beaucoup moins fortement accentuées. On aperçoit encore vers λ 470 une radiation s'étendant jusqu'à une distance de 30′, alors que le spectre des hydrocarbures et celui du cyanogène sont pour ainsi dire limités à la tête. En un mot, et c'est là le point intéressant, le spectre de la queue est tout différent de celui de la tête : de plus, il est tout semblable à celui signalé pour la première fois par MM. Deslandres et

---

(1) Les chiffres entre parenthèses représentent les intensités relatives, 20 correspondant aux plus fortes radiations observées.

(2) Ces radiations de la queue peuvent s'étendre à une distance plus grande; dans le cas présent, elles ont été limitées par le bord même de la petite plaque photographique employée avec le miroir concave.

Bernard (¹) dans la queue de la comète Daniel (1907 *d*). Ce même spectre, dont les principales radiations avaient pour longueurs d'onde approchées λ 456, 426 et 401, a été retrouvé depuis par les mêmes observateurs, par moi et d'autres astronomes, dans la queue de la comète Morehouse (1908 *c*) (²). Il a été revu plus tard par MM. Slipher et Lampland (³), à Flagstaff (États-Unis), dans la queue de la comète de Halley. D'ailleurs, M. Fowler (⁴) a pu, en 1909, le reproduire dans le laboratoire par le spectre cathodique d'un mélange de gaz carbonés très raréfiés. On peut donc considérer, avec une certitude encore plus grande, l'ensemble de radiations que nous venons d'énumérer comme particulier aux queues cométaires.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète de Brooks, faites à l'Observatoire de Madrid.* Note de M. **Iniguez**, présentée par M. Bigourdan.

Des observations visuelles, photographiques et spectroscopiques de la comète de Brooks (1911 *c*), ont été faites à l'Observatoire de Madrid. Le noyau, toujours nébuleux, condensé au centre et s'évanouissant graduellement vers l'extérieur, avait, le 28 août, un diamètre de 10′, et il s'est agrandi progressivement, ayant le 18 septembre 17′, et arrivant le 21 à 21′, maximum de sa valeur d'après nos observations : cette valeur s'est conservée à peu près jusqu'à la fin de septembre.

Avec de faibles grossissements, on voyait une queue peu intense, difficile à suivre sur une grande longueur. Mais la photographie a été un moyen très efficace pour remédier à ce défaut de l'observation directe. M. Aguilar, astronome, a fait 13 clichés $13^{cm} \times 18^{cm}$ avec un doublet de Grubb de 6 pouces d'ouverture : en mesurant les images de la comète, on trouve une queue de 12′ de longueur le 12 août; le 18 septembre elle arrivait à 7° et le 28 elle atteignait 13°,5 au moins : on n'a pu la mesurer alors complètement, parce qu'elle dépassait les bords de la plaque.

La queue s'est montrée toujours formée par des fins filaments rectilignes entrecroisés et affectant une forme d'éventail très aigu. Le noyau jette d'autres filaments, s'étendant de l'un et de l'autre coté de la queue, mais à des distances peu considérables; la plus grande a été observée le 22 septembre : alors les filaments s'étendaient jusqu'à 3° du noyau.

(¹) *Comptes rendus*, t. 145, 1907, p. 445.
(²) *Comptes rendus*, t. 147, 1908, p. 774 et p. 951; t. 148, p. 805.
(³) *Lowell Observatory Bulletin*, n° 47, et *Nature*, t. 83, 1910, p. 386.
(⁴) *Monthly Notices*, t. 70, 1909, p. 176.

Les filaments qui constituaient la queue présentaient de faibles ondulations, et l'on a observé aussi, quelquefois, de faibles condensations : en général, l'aspect de la queue était assez uniforme.

Les observations spectroscopiques ont été faites par MM. Jimenez et Carrasco. Avec un spectroscope à fente, on observa seulement trois images, jaune, vert et bleu, la seconde étant la plus intense.

Des photographies prises avec un prisme objectif de 12° d'angle réfringent, couvrant l'objectif de 8 pouces de l'équatorial de Grubb, avec des plaques isactinomatiques, ont montré sept condensations différentes. Le trois premières, en commençant par le côté rouge, mesurées par l'observation directe, avec le spectroscope à fente, ont été employées pour calculer les longueurs d'onde des autres, mesurées sur les plaques avec un macromicromètre. Les images 4 et 6 sont composées de plus d'une radiation; la quatrième est formée par trois lignes différentes et la sixième par cinq raies. Il semble que la septième image est, elle aussi, double; mais ses composantes n'étant pas bien nettes, nous l'avons mesurée comme simple.

Les résultats donnent les valeurs suivantes pour les longueurs d'onde des raies mesurées : λ 555, 514 et 472, pour les trois premières images respectivement; λ 440, 434 et 432 pour les trois raies formant la quatrième image; λ 423 pour la cinquième; λ 410, 407, 405, 404 et 402 pour les cinq composantes de la sixième image, et λ 388 pour la septième. De plus, le spectre est traversé dans toute sa longueur par un très faible spectre continu.

Le commencement de la queue se révèle faiblement dans les trois premières images.

Les résultats numériques ci-dessus sont les moyennes des réductions, du reste très concordantes, des mesures faites sur quatre plaques prises les 19, 25 et 26 septembre.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines équations intégrales d'un type nouveau, et sur quelques problèmes qui s'y rattachent.* Note de M. **Henri Villat**, présentée par M. Émile Picard.

Dans l'étude de certains problèmes d'hydrodynamique et d'analyse, j'ai rencontré et résolu par des procédés indirects certaines équations intégrales de la forme suivante :

$$\varphi(x)+\int_a^b[\varphi(s)-\varphi(x)]\,F(s,x)\,ds=\psi(x), \tag{1}$$

où l'inconnue est $\varphi(x)$, dans l'intervalle ab, et où le *noyau* $F(s, x)$ devient infini comme $\frac{1}{s-x}$ pour $s = x$.

Les cas les plus essentiels que j'ai rencontrés se rattachent, en dernière analyse, à la question suivante : *Déterminer, si elle existe, la fonction analytique régulière dans un cercle* (de rayon 1), *dont la partie réelle soit donnée sur une partie de la circonférence-frontière et la partie imaginaire sur le reste de la circonférence* (ce reste peut être constitué par un arc c, ou par deux arcs c et c_1).

Appelant $\varphi(\theta)$ et $\varphi_1(\theta)$ la valeur inconnue de la partie réelle en un point $e^{i\theta}$ de c ou c_1, on montre que tout revient à résoudre :

Dans le premier cas, l'équation

$$(2) \qquad \int_\alpha^\beta [\varphi(s) - \varphi(\varepsilon)] \cot\frac{s-\varepsilon}{2}\, ds + \varphi(\varepsilon) \log \frac{\sin^2 \frac{\varepsilon-\beta}{2}}{\sin^2\frac{\varepsilon-\alpha}{2}} = \psi(\varepsilon),$$

et dans le second cas, le système simultané

$$(3) \quad \left\{ \begin{array}{l} \displaystyle\int_\alpha^\beta [\varphi(s) - \varphi(\varepsilon)] \cot\frac{s-\varepsilon}{2}\, ds + \int_\gamma^\delta \varphi_1(s) \cot\frac{s-\varepsilon}{2}\, ds + \varphi(\varepsilon) \log \frac{\sin^2 \frac{\varepsilon-\beta}{2}}{\sin^2\frac{\varepsilon-\alpha}{2}} = \quad (\varepsilon) \\ \qquad\qquad\qquad (\alpha < \varepsilon < \beta), \\ \displaystyle\int_\alpha^\beta \varphi(s) \cot\frac{s-\varepsilon}{2}\, ds + \int_\gamma^\delta [\varphi_1(s) - \varphi_1(\varepsilon)] \cot\frac{s-\varepsilon}{2}\, ds + \varphi_1(\varepsilon) \log \frac{\sin^2 \frac{\varepsilon-\delta}{2}}{\sin^2\frac{\varepsilon-\gamma}{2}} = \psi_1(\varepsilon) \\ \qquad\qquad\qquad (\gamma < \varepsilon < \delta), \end{array} \right.$$

où α, β, γ, δ sont les arguments des extrémités de c et c_1, et où ψ et ψ_1 sont connus.

Pour résoudre ces équations, j'emploie l'artifice suivant :

Premier cas. — Je fais la représentation conforme du cercle donné sur un *demi-cercle*, de manière qu'à l'arc c corresponde le diamètre $-1+1$ du nouveau plan z. On est alors ramené à trouver une fonction $A(z)$ dont la partie réelle soit $f(\theta)$ au point $e^{i\theta}$ $(0 < \theta < \pi)$, et la partie imaginaire $g(x)$ au point x $(-1 < x < 1)$. Pour cela :

1° Je construis la fonction régulière dans le demi-plan supérieur

$$U(z) = \frac{1}{\pi} \int_{-1}^{+1} \frac{g(u)}{u-z}\, du$$

dont la partie imaginaire est $g(x)$ pour $z = x$. La partie réelle de cette fonction prend la valeur $h(\theta)$ pour $z = e^{i\theta}$.

2° Je construis la fonction régulière dans le cercle de rayon 1 (*Comptes rendus*, t. 151, p. 1035),

$$V(z) = \frac{1}{\pi}\int_0^{\pi} [f(\theta) - h(\theta)] \frac{1 - z^2}{1 - 2z\cos\theta + z^2} d\theta,$$

réelle sur l'axe réel, et dont la partie réelle est $f(\theta) - h(\theta)$ pour $z = e^{i\theta}$. Ceci nécessite que $h(\theta)$ soit sommable entre 0 et π.

On a alors

$$A(z) = U(z) + V(z),$$

et l'on peut alors démontrer que la solution de l'équation (2) est

$$\Phi\left[\frac{\sqrt{\sin\frac{\varepsilon - \alpha}{2}} - \sqrt{\sin\frac{\beta - \varepsilon}{2}}}{\sqrt{\sin\frac{\varepsilon - \alpha}{2}} + \sqrt{\sin\frac{\beta - \varepsilon}{2}}}\right] = \varphi(\varepsilon)$$

avec

$$\Phi(t) = \frac{1}{\pi}\int_{-1}^{+1} \frac{g(u) - g(t)}{u - t} du + \frac{1}{\pi} g(t) \log\frac{1 - t}{1 + t}$$
$$+ \frac{1}{\pi}\int_0^{\pi} [f(\theta) - h(\theta)] \frac{1 - t^2}{1 - 2t\cos\theta + t^2} d\theta.$$

Deuxième cas. — On fera la représentation conforme du cercle sur une *demi-couronne* et l'on sera ramené à trouver une fonction $B(z)$ dont la partie réelle soit $f(\theta)$ ou $f_1(\theta)$ aux points $e^{i\theta}$ ou $qe^{i\theta}$ $(0 < \theta < \pi)$ et la partie imaginaire $g(x)$ ou $g_1(x)$ pour $q < x < 1$ ou $-1 < x < -q$.

On opérera comme ci-dessus, et l'on aura

$$B(z) = U_1(z) + V_1(z)$$

avec d'abord

$$U_1(z) = \frac{1}{\pi}\int_{-1}^{-q} \frac{g_1(u)}{u - z} du + \frac{1}{\pi}\int_q^1 \frac{g(u)}{u - z} du.$$

Puis la partie réelle de U_1 étant $h(\theta)$ ou $h_1(\theta)$ sur les *demi*-circonférences frontières, on posera

$$h(2\pi - \theta) = h(\theta), \qquad f(2\pi - \theta) = f(\theta), \qquad \ldots,$$

et l'on formera

$$V_1(z) = \frac{i\omega}{\pi^2}\int_0^{2\pi}[f(\theta) - h(\theta)]\,\zeta\left(\frac{\omega}{i\pi}\log z - \frac{\omega}{\pi}\theta\right)d\theta$$
$$- \frac{i\omega}{\pi^2}\int_0^{2\pi}[f_1(\theta) - h_1(\theta)]\,\zeta_3\left(\frac{\omega}{i\pi}\log z - \frac{\omega}{\pi}\theta\right)d\theta$$

(*Comptes rendus*, t. 152, p. 681), où la restriction apparente

$$\int_0^{\pi}[f(\theta) - h(\theta)]\,d\theta = \int_0^{\pi}[f_1(\theta) - h_1(\theta)]\,d\theta$$

est facile à lever. D'où la solution du système (3).

Aux problèmes dont je viens d'esquisser rapidement la solution, on peut rattacher un certain nombre d'équations intégrales de la forme (1), qu'on saura résoudre. Il n'y a pas là qu'un simple jeu de formules, et la marche indirecte suivie me semble légitimée par ce fait que ces équations se rencontrent effectivement dans d'autres problèmes. Je ne citerai pour l'instant que l'équation

$$\int_a^b \frac{\varphi(s) - \varphi(x)}{s - x}\,ds + \varphi(x)\left(K + \log\frac{b - x}{x - a}\right) = \pi\psi(x),$$

où a, b, K sont des constantes quelconques, et dont l'intégrale est

$$\varphi(x) = -\frac{\pi}{K^2 + \pi^2}\int_a^b \frac{\psi(u) - \psi(x)}{u - x}\,du + \frac{\pi}{K^2 + \pi^2}\psi(x)\left(K - \log\frac{b - x}{x - a}\right).$$

MÉCANIQUE. — *La loi adiabatique dynamique dans le mouvement des fils.* Note de M. E. Jouguet, présentée par M. L. Lecornu.

Dans les *Comptes rendus* du 19 juin 1911, M. Roy a fait connaître les formules qui régissent la propagation des discontinuités du premier ordre (ondes de choc) dans les fils. Je me propose de compléter ces formules en recherchant ce que devient, dans ce problème, la loi connue, pour les gaz, sous le nom de *loi adiabatique dynamique* d'Hugoniot. J'adopterai les notations de M. Roy et je désignerai en outre par $\overline{W} = \overline{u} + \overline{v} + \overline{w}$ la vitesse d'un point du fil.

Je supposerai la viscosité nulle [1] et le mouvement adiabatique.

L'équation (4) de M. Roy donne de suite

$$(1) \qquad \rho_0 V_0 = -\frac{\partial(\Theta\alpha)}{\partial u} = -\frac{\partial(\Theta\beta)}{\partial v} = -\frac{\partial(\Theta\gamma)}{\partial w}.$$

Écrivons maintenant l'équation des forces vives pour l'élément $\rho_0 V_0\, dt$ de fil parcouru par l'onde dans le temps dt. On a, en désignant par U l'énergie interne spécifique et en se rappelant que le mouvement est adiabatique :

$$(2) \qquad \rho_0 V_0 \frac{W_2^2 - W_1^2}{2} = \rho_0 V_0 (U_1 - U_2) + \Theta_1(\alpha_1 u_1 + \beta_1 v_1 + \gamma_1 w_1) - \Theta_2(\alpha_2 u_2 + \beta_2 v_2 + \gamma_2 w_2).$$

Le premier membre peut s'écrire

$$\frac{1}{2}\rho_0 V_0 [(u_2 - u_1)(u_2 + u_1) + (v_2 - v_1)(v_2 + v_1) + (w_2 - w_1)(w_2 + w_1)].$$

En réduisant au moyen des équations (1), l'équation (2) prend la forme

$$(3) \qquad \Theta_1^2 - \Theta_2^2 + 2\rho_0^2 V_0^2 (U_2 - U_1) = 0.$$

Appliquons successivement cette formule aux deux espèces d'ondes de choc signalées par M. Roy.

Première espèce :

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{\beta_1}{\beta_2} = \frac{\gamma_1}{\gamma_2} = +1, \qquad V_0^2 = -\frac{\rho_1\rho_2}{\rho_0^2}\,\frac{\Theta_2 - \Theta_1}{\rho_2 - \rho_1}.$$

L'équation (3) devient

$$(4) \qquad (\Theta_1 + \Theta_2)(\rho_2 - \rho_1) + 2\rho_1\rho_2(U_2 - U_1) = 0.$$

C'est la même loi que pour les gaz. On en tirerait, en faisant intervenir le principe de Carnot, les mêmes conclusions que pour les gaz en ce qui concerne la vitesse des ondes de choc comparée à celle des ondes d'accélération et la nature des ondes de choc susceptibles de se propager.

---

(1) Plus exactement, je considère, ainsi que je l'ai fait pour les gaz, que l'onde de choc est en réalité une quasi-onde et que la viscosité est négligeable partout, sauf dans le travail non compensé à la traversée de cette quasi-onde. Voir *Sur la propagation des réactions chimiques dans les gaz* (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1906).

Deuxième espèce :

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2}=\frac{\beta_1}{\beta_2}=\frac{\gamma_1}{\gamma_2}=-1, \qquad V_0^2=\frac{\rho_1\rho_2}{\rho_0^2}\,\frac{\Theta_1+\Theta_2}{\rho_1+\rho_2}.$$

L'équation (3) devient ici

(5) $$(\Theta_1-\Theta_2)(\rho_1+\rho_2)+2\rho_1\rho_2(U_2-U_1)=0.$$

C'est une forme différente de la loi adiabatique dynamique.

Pour voir ce que le principe de Carnot apprend sur ces ondes, prenons pour variables la densité ρ et l'entropie spécifique s. L'énergie interne peut être considérée comme une fonction $U(\rho, s)$ de ρ et de s, et, si T est la température absolue, on a

$$\Theta=-\rho^2\frac{\partial U}{\partial \rho}, \qquad T=\frac{\partial U}{\partial s}.$$

s_1 et ρ_1 étant supposés donnés, (5) définit s_2 en fonction de ρ_2. Si la variation subie par ρ dans l'onde de choc n'est pas trop forte, on peut écrire

$$s_2-s_1=h^2(\rho_2-\rho_1)\frac{ds_2}{d\rho_2}.$$

s_2-s_1 doit être *positif*. Donc $\rho_2-\rho_1$ et $\frac{ds_2}{d\rho_2}$ doivent être de même signe.

Or

$$\frac{ds_2}{d\rho_2}=\frac{\rho_0^2}{\rho_2^2}(\rho_1+\rho_2)\,\frac{\dfrac{\rho_1\rho_2}{\rho_0^2}\,\dfrac{\Theta_1+\Theta_2}{\rho_1+\rho_2}-\left(-\dfrac{\rho_2^2}{\rho_0^2}\,\dfrac{\partial\Theta_2}{\partial\rho_2}\right)}{2\rho_1\rho_2T_2-(\rho_1+\rho_2)\dfrac{\partial\Theta_2}{\partial s_2}}.$$

On ne peut donner d'énoncé général sur le signe de cette expression. Bornons-nous aux fils qui se refroidissent par un étirement brusque

$$\left(\frac{\partial T}{\partial \rho}=-\frac{1}{\rho^2}\,\frac{\partial\Theta}{\partial s}>0\right).$$

Le dénominateur de $\frac{ds_2}{d\rho_2}$ est alors positif.

D'autre part, au numérateur, l'expression $\frac{\rho_1\rho_2}{\rho_0^2}\,\frac{\Theta_1+\Theta_2}{\rho_1+\rho_2}$ est intermédiaire entre $\frac{\rho_1\Theta_1}{\rho_0^2}$ et $\frac{\rho_2\Theta_2}{\rho_0^2}$ qui sont les carrés des vitesses des ondes transversales d'accélération dans les milieux 1 et 2. L'expression $-\frac{\rho_2^2}{\rho_0^2}\,\frac{\partial\Theta_2}{\partial\rho_2}$ est le carré de la vitesse des ondes longitudinales d'accélération dans le milieu 2. Pourvu que la discontinuité ne soit pas trop forte, on peut dire que, dans tous les

fils connus, la première expression est inférieure à la seconde. Le numérateur de $\frac{ds_2}{d\rho_2}$ et $\frac{ds_2}{d\rho_2}$ lui-même sont donc en général négatifs.

Par suite $\rho_2 - \rho_1$ doit être négatif aussi et *l'onde de choc, dans ce cas, doit forcément transporter une dilatation.*

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la fabrication industrielle de l'azote pur.* Note de M. **Georges Claude**, présentée par M. d'Arsonval.

On sait que le problème tant cherché de la fixation de l'azote atmosphérique a reçu dans ces dernières années deux solutions intéressantes, dès à présent exploitées sur une très grande échelle : l'une réalise la fixation sous forme d'oxydes d'azote par l'électrisation directe des gaz de l'air; l'autre consiste dans l'absorption de l'azote par le carbure de calcium chauffé au rouge.

Les résultats acquis dans cette seconde voie surtout paraissent remarquables et ont ouvert très opportunément un débouché considérable à l'industrie congestionnée du carbure. Que la cyanamide formée soit employée telle quelle comme engrais, ou que, décomposée par la vapeur d'eau sous pression, elle serve de point de départ à la fabrication de l'ammoniaque, toujours est-il que les usines récentes, dont la puissance de production annuelle n'est pas très éloignée de 100000^{t}, arrivent à fixer jusqu'à 400^{kg} d'azote par cheval et par an.

La fixation sous forme d'acide nitrique, elle, ne conduit guère encore qu'à 100^{kg} d'azote par cheval et par an, et il semble très désirable pour l'avenir de cette industrie qu'on se préoccupe à brève échéance des larges possibilités d'amélioration conférées par l'emploi de l'air suroxygéné.

Plus diligente que sa concurrente, l'industrie de la cyanamide a déjà fait un large appel à celle de la liquéfaction de l'air. Pour l'obtention des torrents d'azote qui lui étaient nécessaires, les procédés chimiques ne se sont en effet montrés à la hauteur de la tâche ni au point de vue de la puissance de production ni à celui du bon marché ; au surplus, des procédés qui, comme ceux basés sur la liquéfaction de l'air, ne requièrent que de l'énergie paraissent s'imposer dans une industrie dont la caractéristique est justement l'emploi de forces motrices énormes.

Il est vrai que le problème posé par l'industrie de la cyanamide aux techniciens de l'air liquide était particulièrement difficile. C'est une pureté

de 99,6 pour 100 qui lui est nécessaire, ou plus exactement, l'azote livré ne doit pas tenir plus de 0,4 pour 100 d'oxygène, faute de quoi, entre autres inconvénients, les électrodes en charbon des fours à cyanamide sont brûlées rapidement. Aujourd'hui même, l'industrie de la cyanamide est plus exigeante encore et c'est du 99,75 pour 100 que doivent fournir les appareils.

De ce problème que j'ai été tenté tout d'abord de juger insoluble, la première solution a été fournie par un procédé imaginé simultanément dès 1903 par l'éminent professeur Linde et par mon collaborateur R. Lévy. Ce procédé, mis au point par le professeur Linde, a donné des résultats remarquables qui ont justifié son emploi immédiat dans un grand nombre d'installations.

Dans ce procédé, l'air traité est liquéfié en une seule masse à 21 pour 100 d'oxygène et sa liquéfaction provoque la vaporisation d'oxygène liquide. De l'oxygène vaporisé, le $\frac{1}{5}$ environ est extrait de l'appareil, tandis que les $\frac{4}{5}$ restant, montent dans la colonne de rectification qui surmonte l'appareil, en sens inverse et au contact du liquide à 21 pour 100 déversé vers le haut. L'oxygène est retenu par le liquide laveur, mais seulement jusqu'à concurrence d'une teneur finale de 7 pour 100 correspondante aux 21 pour 100 du liquide laveur. L'azote qui s'échappe tient donc nécessairement encore 7 pour 100 d'oxygène, et il ne semble pas que la méthode puisse arriver à mieux.

Mais par un artifice extrêmement ingénieux, une partie, le $\frac{1}{3}$ environ, de cet azote impur est, après réchauffement dans des échangeurs, comprimé vers 4 à 5 atmosphères, desséché puis refroidi à travers un échangeur et liquéfié de nouveau dans le vaporisateur à oxygène liquide. On obtient ainsi un liquide très riche en azote qui, conformément à mon procédé ordinaire (¹) est déversé au sommet de la colonne de rectification et soumet le gaz à 7 pour 100 de la première rectification à une rectification complémentaire qui en abaisse beaucoup la teneur en oxygène. On n'est pas encore ainsi au but cependant, car le liquide laveur à 7 pour 100 ne peut rectifier théoriquement que jusqu'à 1 pour 100 au plus. Mais les choses se modifient bientôt d'elles-mêmes, car le gaz rectifié à 1 ou 2 pour 100, repris à son tour par le compresseur, fournit par sa liquéfaction un liquide beaucoup plus pauvre en oxygène et ainsi de suite, en sorte qu'automatiquement la teneur de

(¹) *Comptes rendus*, 20 novembre 1905.

l'azote tend vers la pureté absolue et qu'il n'est pas rare de voir les appareils Linde donner de l'azote absolument pur.

Dans mon cas, le problème paraissait bien plus simple. On sait en effet que dans mon procédé l'azote liquide nécessaire à la rectification finale est obtenu avec une extrême simplicité par la condensation progressive et méthodique de l'air traité grâce au dispositif du *retour en arrière*. En principe, ce procédé réalise la séparation intégrale de l'air en oxygène pur et azote pur. En pratique, le liquide laveur de nos appareils courants renferme encore 4 à 5 pour 100 d'oxygène et il est en trop petite proportion pour obtenir l'effet voulu, parce que l'azote résiduel ne se conduit que difficilement dans l'oxygène liquide ; de sorte que je n'arrivais couramment qu'à de l'azote à 2 ou 3 pour 100.

Après de nombreux essais, je suis arrivé à faire en sorte que la teneur de l'azote résiduel au sommet des tubes du faisceau de retour en arrière, pour une liquéfaction de moins de moitié, n'est pas moindre de 99,6 pour 100, tant est parfaite l'exactitude des phénomènes de condensation progressive et de rectification qui s'y passent. D'autre part, j'ai facilité la liquéfaction de cet azote résiduel en la produisant non plus dans le bain d'oxygène, mais dans des liquides un peu plus froids, ceux qui circulent dans le bas de la colonne de rectification.

J'ai aussi obtenu avec toute l'abondance nécessaire un liquide laveur ne tenant que 0,4 pour 100 d'oxygène, capable de rectifier les gaz jusqu'à 99,9 pour 100 : Les résultats obtenus par ce procédé si simple ont été parfaits, l'oxygène se dégageant d'un côté à une teneur de plus de 80 pour 100 et l'azote ne renfermant pas plus de 0,2 pour 100 d'oxygène.

Deux appareils, les premiers de ce type, fonctionnent actuellement aux usines de la « Societa Italiana per il Carburo di Calcio », à Terni, où ils fournissent chacun, avec une puissance de 125 chevaux, 400^{m^3} d'azote à 99,7 pour 100 par heure.

Deux autres appareils, de 500^{m^3} à 99,8 pour 100 par heure, les plus puissants qui existent à l'heure actuelle, sont en montage à l'usine d'Alby de la « Alby Carbidfabriks Aktiebolag » en Suède.

Enfin, deux appareils de 400^{m^3} à l'heure sont en construction pour être installés également en Suède aux usines de Ljunga de la « Stockolms Superfosfat Fabriks Aktiebolag ».

On voit par ces exemples avec quelle ampleur le problème de la fixation de l'azote a ouvert pour l'industrie des basses températures l'ère des grandes applications.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les couples électriques dans les électromètres.* Note [1] de M. **Jean Villey**, présentée par M. E. Bouty.

On fait la théorie précise de l'équilibre de l'électromètre, en écrivant que la dérivée de l'énergie potentielle totale par rapport à l'angle de rotation est nulle [2]. Pour cela, *on considère la surface de chacun des trois conducteurs en présence* (1, quadrants impairs; 2, quadrants pairs; 3, aiguille) *comme une surface équipotentielle.* Chacun des termes $\left[-\frac{1}{2}C_{ik}(V_i-V_k)^2\right]$ de l'énergie électrostatique n'est alors fonction de θ que par l'intermédiaire de c_{ik} (dans les mesures dites à potentiels constants, bien entendu).

Cette hypothèse paraît même si naturelle qu'on n'a pas l'habitude de l'expliciter.

On arrive ainsi, pour le montage de Kelvin ($V_3=V$, $V_2=V_1=0$), à l'expression du couple d'Hopkinson

$$-\frac{1}{2}\left(\frac{\partial c_{13}}{\partial\theta}+\frac{\partial c_{23}}{\partial\theta}\right)V^2 \quad \text{ou} \quad \frac{1}{2}\frac{\partial c_{33}}{\partial\theta}V^2,$$

ce n'est que l'expression bien connue de la force électrostatique agissant sur une armature de condensateur chargé (l'aiguille). Le taux de variation de capacité $\frac{\partial c_{33}}{\partial\theta}$ est un facteur purement géométrique, lié à l'action mutuelle des fentes et des bords, et aussi aux irrégularités et dyssymétries de construction (gauchissement de l'aiguille, horizontalité, basculages, etc.).

J'ai observé que, pratiquement, cette théorie est insuffisante : les gradients de potentiel à la surface des conducteurs peuvent introduire des couples du même ordre, et même plus importants.

L'existence de tels gradients est presque inévitable, si l'on ne prend pas de grandes précautions de construction, étant donnée la complexité du phénomène de Volta (différences de potentiel apparentes de contact), fonction de toutes les altérations superficielles, tant physiques que chimiques. L'aluminium, beaucoup plus sensible que les autres métaux, et le mica argenté, difficilement homogène, les présenteront tout particulièrement.

On peut établir expérimentalement leur existence : Les différences de potentiel moyennes apparentes de contact φ_1 et φ_2 entre l'aiguille et les

---

(1) Présentée dans la séance du 16 octobre 1911.

(2) Cette théorie a été discutée d'une façon très précise par M. Langevin dans son Cours du Collège de France; on pourra consulter aussi l'exposé qu'en a donné M. Moulin dans *Le Radium* 1907, p. 145.

deux paires de quadrants deviennent en effet des fonctions très complexes des différences de potentiel entre les couples de points, et par conséquent des fonctions de α. Or elles sont accessibles directement par des mesures idiostatiques :

J'ai, en fait, trouvé entre une aiguille de mica argenté et des quadrants de bronze (1), pour un déplacement angulaire de 30°, des valeurs de φ_1 variant de -50 millivolts à $+60$ millivolts, tandis que φ_2 variait de $+100$ à -20 millivolts.

L'expression du couple directeur électrique, dans le montage de Kelvin par exemple, devient alors plus compliquée; elle donne, lorsqu'on charge l'aiguille à $+V$,

$$C(+V) = -\left[\frac{1}{2}\frac{\partial c_{13}}{\partial\theta}(V+\varphi_1)^2 + \frac{1}{2}\frac{\partial c_{23}}{\partial\theta}(V+\varphi_2)^2 + \frac{1}{2}\frac{\partial c_{12}}{\partial\theta}\varphi_0^2\right].$$

Il n'y a aucune raison pour que la différence de potentiel moyenne apparente φ_0 entre les deux quadrants soit égale à $(\varphi_1 - \varphi_2)$. Elle est cependant du même ordre, et le dernier terme sera négligeable. Nous écrirons alors

$$C(+V) = \left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\partial c_{13}}{\partial\theta} + \frac{\partial c_{23}}{\partial\theta}\right)(V^2+\varphi_1^2)\right] + \left[-\frac{1}{2}\frac{\partial c_{23}}{\partial\theta}(\varphi_2^2-\varphi_1^2)\right] + \left[-V\left(\frac{\partial c_{13}}{\partial\theta}\varphi_1 + \frac{\partial c_{23}}{\partial\theta}\varphi_2\right)\right] = \alpha + \beta + \gamma.$$

Le couple directeur total au voisinage du zéro est $\left(-K + \frac{\partial C}{\partial\theta}\right)d\theta$: On ne tiendra donc compte, pour évaluer l'importance relative des divers termes de C, que de la grandeur de leurs dérivées.

On peut construire expérimentalement les courbes

$$\Theta_1 = \frac{C(+V) + C(-V)}{2} = \alpha + \beta \quad \text{et} \quad \Theta_2 = \frac{C(+V) - C(-V)}{2} = \gamma.$$

Les valeurs calculées pour $\beta' = \frac{\partial\beta}{\partial\theta}$ sont négligeables devant celles obte-

---

(1) Les observations relatées dans la suite ont trait à un électromètre modèle Moulin, avec une aiguille de mica argenté, assez ternie et tachée d'ailleurs, de grande ouverture angulaire $\left(19\frac{\pi}{32}\right.$, ainsi choisie pour permettre d'explorer un grand angle sans tomber dans l'instabilité$\left.\right)$, chargée à 88 volts.

nues expérimentalement pour $\mathcal{C}'_1$. De sorte que $\mathcal{C}_1$ se réduit pratiquement au couple d'Hopkinson $\alpha = -\frac{1}{2}(c'_{13} + c'_{23})V^2 = \frac{1}{2}c'_{33}V^2$.

C'est lui qu'on obtiendrait en établissant entre l'aiguille et les quadrants une différence de potentiel alternative de valeur efficace V. Mais pour une différence de potentiel constante V, on doit lui ajouter le terme γ, et la courbe $\mathcal{C}_2$ m'a donné pour celui-ci des coefficients angulaires plus grands même que ceux de $\mathcal{C}_1$. Ce résultat est bien en accord d'ailleurs avec ce qu'indiquent les calculs approximatifs à partir des valeurs expérimentales de φ_1, φ_2, $(c'_{23} + c'_{23})$ et c'_{23}.

Si φ_1 et φ_2 étaient des différences de potentiel *constantes* non compensées du même ordre de grandeur, on aurait bien un terme γ, mais il serait sensiblement constant, donc négligeable, comme on peut le voir par une discussion simple.

A côté du couple d'Hopkinson, d'origine essentiellement géométrique, et variant proportionnellement à V^2, *on ne pourra donc pas, en général, négliger un nouveau couple, essentiellement attribuable aux gradients superficiels de potentiel sur les conducteurs métalliques, et qui varie proportionnellement à* V.

On aura de même, naturellement, dans la méthode symétrique, à côté du couple de Gouy, un nouveau couple analogue.

Dans l'exemple étudié, γ' gardait une valeur assez constante, voisine de $\frac{1}{500}$ C. G. S., c'est-à-dire non négligeable à côté du coefficient K dessuspensions métalliques fines, et du même ordre que celui des suspensions en quartz. α' ne dépassait guère cette valeur et restait presque nul dans une partie notable de l'échelle.

PHYSICO-CHIMIE. — *L'osmométrie des solutions salines et la théorie des ions d'Arrhenius.* Note de M. **Eugène Fouard**, présentée par M. E. Bouty.

Suivant l'hypothèse de dissociation ionique, la solution d'une molécule-gramme chimique d'un sel contient plus d'une molécule-gramme cinétiquement active; son poids moléculaire mesuré serait ainsi toujours inférieur au poids moléculaire évalué par voie chimique. Toutefois, aucune vérification précise de cette théorie, par le mécanisme osmotique, n'a été jusqu'ici réalisée. L'expérience en est aujourd'hui facile; la méthode diffé-

rentielle [1] que j'ai décrite donne directement le poids moléculaire (M) : si l'on équilibre en effet la pression osmotique de la substance étudiée, en solution de titre c, par la pression égale d'une solution extérieure équimoléculaire de saccharose ($C^{12}H^{22}O^{11} = 342$), de concentration c', on tire le nombre M de la proportion $\frac{M}{342} = \frac{c}{c'}$. On a vu [1] avec quelle précision le procédé s'applique au cas des substances organiques.

Avec la collaboration de M. de Tonnay-Charente, j'ai appliqué ce procédé aux sels suivants, dont l'étude a servi de base à la théorie des ions : 1° chlorure de potassium ; 2° sulfate de cuivre ; 3° chlorure de baryum ; 4° sulfate de potassium. J'ai effectué pour chacun d'eux une série de mesures, à des dilutions croissantes (volumes de la molécule-gramme chimique, indiqués en litres), à partir de la solution normale (n) [contenant une molécule-gramme chimique par litre]; chaque valeur de M provient de cinq à six essais, dans lesquels on a vérifié sa constance quelle que soit la membrane, quelle que soit la durée des contacts [2]; c'est avec la conviction de vérifier simplement la loi d'Arrhenius que je parvins aux résultats suivants, absolument inattendus :

$KCl = 74,5$ (M vrai).		$SO^4Cu = 159$ (M vrai).		$BaCl^2 = 208,3$ (M vrai).		$K^2SO^4 = 174,4$ (M vrai).	
Dilutions	M (osm.).	Dilutions	M (osm.).	Dilutions	M (osm.).	Dilutions	M (osm.).
1	240	1	274	1	226	2	160
2	105	2,49	192	5	240	10	97,3
4	97,5	4,15	176	10	323	20	68,5
6	88,9	8,30	163	20	321	40	64,5
12	84,6	16,60	160	40	323	80	61,7
24	82,7						

Ces nombres sont reliés par des courbes C très régulières, ayant pour abscisses les volumes en litres de la molécule-gramme chimique (connus par le poids de sel introduit), et pour ordonnées les masses M.

Comparons chaque courbe C à celle C′ des poids moléculaires tirés des

(1) *Comptes rendus*, 27 février 1911; *Bulletin Société chimique*, 5 juillet 1911; *Journal de Physique* (de la Société française de Physique), août 1911.

(2) J'ai montré (Mémoires précités) qu'il y avait, pendant un certain temps depuis l'origine du contact, une formation de la membrane, par un mécanisme d'absorption; cela infirme les conclusions de de Vries qui doivent être rapportées à la propriété absorbante d'une paroi vis-à-vis des sels, selon la valence de leurs radicaux.

coefficients d'ionisation; on admet que les ions de ces sels sont $\frac{K_+}{Cl_-}$, $\frac{Cu_{++}}{So_{4--}}$, $\frac{Ba_{++}}{Cl_- Cl_-}$, $\frac{K_+ K_+}{So_{4--}}$; les ordonnées de la courbe d'Arrhenius C' sont donc inférieures au M chimique exact; leur valeur maxima ne peut être supérieure à ce M chimique du sel, non dissocié, à l'origine, pour une dilution infiniment petite; l'ordonnée minima, à dilution infiniment grande, est, pour les deux premiers sels, à deux ions, $\frac{M}{2}$, pour les deux derniers, à 3 ions, $\frac{M}{3}$, c'est-à-dire la moyenne des unités moléculaires, présentes sous forme d'ions; les ordonnées successives de C' descendent régulièrement, de M à $\frac{M}{2}$ ou à $\frac{M}{3}$. Selon les théories actuelles, il faut que la courbe osmométrique C, obtenue ici, inconnue jusqu'aux expériences présentes, coïncide avec cette courbe C', bien entendu dans la région des dilutions élevées. Or quelles sont les indications de l'expérience?

Fait totalement imprévu, pour les trois premiers sels, KCl, $BaCl^2$ et SO^4Cu, cette coïncidence n'existe pas; les deux courbes sont essentiellement distinctes. Cependant, pour le SO^4K^2, la coïncidence est parfaite. Pour le KCl et le SO^4Cu, le M osmométrique, à dilution infinie, au lieu d'être la moitié du poids moléculaire chimique $\frac{74,5}{2}$, $\frac{159}{2}$, est exactement ce nombre total, 74,5 et 159, rapporté au nombre 342 admis sans conteste pour le saccharose : le résultat est identique ici à ce qu'on obtient pour un composé organique. Pour les trois sels KCl, SO^4Cu, $BaCl_2$, *les* M, *qui devraient être tous plus petits, sont tous plus grands que le poids moléculaire chimique*. Pour le $BaCl^2$, le cas est encore plus aberrant : l'ordonnée M, au lieu de décroître, part du M chimique 208, et croît jusqu'à un palier pour $M = 320$. Par contre, pour le SO^4K^2, la courbe C, conformément à la théorie ionique, va du M exact 174,4 à $\frac{M}{3} = 58,1$, se superposant exactement à la courbe C',

Par conséquent, l'accord est parfait pour le SO^4K^2, alors que pour les sels ClK, SO^4Cu, $BaCl^2$, il y a désaccord absolu avec la théorie d'Arrhenius.

D'ailleurs les conséquences de la théorie des ions relatives aux pressions osmotiques sont contredites par les expériences de Pfeffer, qui avait mesuré les pressions osmotiques, rapportées comme il suit (II), de solutions de nitrate de potassium ($NO^3K = 101$):

I. Titres pour 100.....	6	3,3	1,43	0,8
II. Pressions osm. en cm de Hg (par Pfeffer).	700 (à 15°)	436,8 (à 13°)	218,5 (à 12°,9)	130,4 (à 13°,2)
III. Pressions osm. en cm de Hg (théorie d'Arrhenius).....	1550 (à 15°)	1050 (à 13°)	425 (à 12°,9)	275 (à 13°,2)
IV. M tirés des nombres II de Pfeffer........	154	134,7	116,6	109,2

Les pressions expérimentales (II) de Pfeffer sont grossièrement inférieures à celles (III) prévues par la théorie ionique. Ses expériences, si souvent invoquées pour le sucre, ont-elles été si défectueuses dans le cas du sel, dont 50 pour 100 aurait traversé la membrane? Si l'on calcule, avec la constante classique des gaz, le poids moléculaire M du NO^3K, tiré des pressions (II) de Pfeffer, on obtient la suite (IV): or, coïncidence étrange de prétendues erreurs, le M exact étant 101, tous les nombres (IV) sont supérieurs à 101, comme dans mes expériences, et tendent régulièrement vers 101, nullement vers $\frac{101}{2}$, comme l'exige la théorie ionique.

Tels sont les premiers faits, de nature expérimentale, établis par ces mesures osmométriques, qui seront poursuivies.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de quelques nouvelles cétones hydroaromatiques*. Note de MM. G. DARZENS et H. ROST, présentée par M. A. Haller.

Les cétones hydroaromatiques sont encore peu connues malgré l'intérêt tout particulier qu'elles présentent comme principes constituants d'un grand nombre d'essences naturelles.

L'un de nous a publié plusieurs méthodes permettant de les préparer dans des cas très généraux [1]. Nous venons de trouver que l'action des dérivés organomagnésiens sur les chlorures d'acides donnait une méthode de préparation plus simple et plus avantageuse dans bien des cas.

Nous nous proposons de décrire ici un certain nombre de ces nouvelles cétones ainsi que quelques acides et leurs chlorures qui ont servi de point de départ.

La formation de cétones par l'action des dérivés organomagnésiens sur

---

[1] G. DARZENS, *Comptes rendus*, t. 144, p. 1125, et t. 150, p. 707.

les chlorures d'acides ou les anhydrides a été signalée pour la première fois par MM. Tessier et Grignard, M. Fournier a ensuite préconisé cette réaction comme méthode de préparation en opérant à très basse température [1]; nous signalerons enfin les recherches de MM. Simonis et Arand et de MM. Salkind et Beburischwili qui ont étudié l'action des organomagnésiens sur les acides ou leurs sels alcalins [2].

Malgré ces différents efforts cette méthode se prête mal à la préparation des cétones acycliques ou aromatiques; il en est tout autrement dans la série hydroaromatique et la simplicité de sa technique, sa rapidité d'exécution, doivent la recommander.

Le chlorure d'acide, préparé par l'action de $SOCl^2$ sur l'acide, est dilué dans son poids d'éther sec et refroidi à -10°. On y ajoute ensuite goutte à goutte le dérivé organo-magnésien en maintenant la température à -10°. Au bout de quelque temps il se forme une couche huileuse, insoluble dans l'éther, qui décante à la partie inférieure. Le produit est ensuite repris par l'eau glacée et traité par les méthodes habituelles. La cétone ainsi préparée renferme toujours une petite quantité d'alcool tertiaire provenant de l'action secondaire du dérivé organo-magnésien sur la cétone; pour la purifier on en fait la semicarbazone et cette dernière, après cristallisation, est décomposée soit par SO^4H^2 dilué, soit par l'acide oxalique. Les rendements atteignent souvent 60 pour 100 pour la cétone régénérée de la semicarbazone avec les acides saturés, ils s'abaissent à 40 pour 100 pour les acides éthyléniques.

Dans une première série de recherches nous sommes partis des acides tétrahydrobenzoïques et hexahydrobenzoïques. Le chlorure de l'acide tétrahydrobenzoïque se prépare facilement par l'action de $SOCl^2$: c'est un liquide incolore, fumant à l'air, distillant à 86° sous 11^{mm}. Traité par le dérivé magnésien de l'hexabrombenzène $C^6H^{11}.Mg.Br$ il permet de préparer l'hexahydrobenzoylcyclohexène $C^6H^{11}-CO-C^6H^9$.

C'est un liquide incolore distillant à 136° sous 9^{mm}; sa semicarbazone fond à 117°-118°, elle est très peu soluble dans l'alcool méthylique et très soluble dans le benzène.

L'acide hexahydrobenzoïque nous a donné, dans les mêmes conditions, un chlorure d'acide liquide, fumant à l'air, distillant à 76° sous 17^{mm}. Traité par CH^3MgI, il permet de préparer facilement l'hexahydroacétophénone déjà connue. Par l'action de $n\,C^3H^7MgBr$, nous avons obtenu le *n*-butyrylcyclohexane $C^6H^{11}.CO.C^3H^7$ non encore préparé.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 132, p. 683; *Bul. Soc. chim.*, t. XXXI, p. 483.
(2) *Ber. deutsch. chem. Ges.*, t. XLII, p. 4500.

C'est un liquide mobile, à odeur de cétone grasse, distillant à 94° sous 13mm; sa semicarbazone fond à 153°-154°.

Nous nous sommes ensuite adressés aux acides tétra et hexahydrophénylacétiques, ainsi qu'à leurs homologues méthyles et butyles.

Ces acides, ou plutôt leurs éthers, se préparent facilement par une méthode générale due à l'un de nous ([1]). Elle consiste à condenser une cyclohexanone avec l'éther chloracétique en solution éthérée par le magnésium; l'éther β-oxy obtenu est ensuite déshydraté par P^2O^5 en solution benzénique pour donner l'éther tétrahydrophénylacétique correspondant; ce dernier est enfin hydrogéné par catalyse sur le nickel réduit. On a, par exemple, avec la cyclohexanone ordinaire ([2]) :

$$C_6H_{10}{>}CO \rightarrow C_6H_{10}{<}{OH \atop CH^2-CO^2C^2H^5}$$

$$\rightarrow C_6H_9-CH^2-CO^2C^2H^5 \rightarrow C_6H_{11}-CH^2-CO^2C^2H^5.$$

L'acide cyclohexènacétique (p. f. 37°-38°) nous a donné un chlorure bouillant à 90°-91° sous 13mm; l'acide hexahydrophénylacétique (p. f. 27°) donne un chlorure distillant à 98°-100° sous 23mm; l'acide *o*-méthylcyclohexènacétique donne un chlorure distillant à 104°-105° sous 13mm; l'acide *m*-méthylcyclohexènacétique (p. f. 32°) donne un chlorure distillant à 82°-84° sous 6mm; le chlorure de l'acide *m*-méthylhexahydrophénylacétique distille à 95°-96° sous 11mm; l'acide *p*-méthylcyclohexènacétique (p. f. 41°-42°) donne un chlorure d'acide distillant à 109°-110° sous 8mm; le chlorure de l'acide *p*-méthylhexahydrophénylacétique distille à 75° sous 7mm.

La méthylbutylcyclohexanone (1.4), décrite par nous dans une précédente Note, nous a également donné les corps suivants : méthylbutyloxyhexahydrophénylacétate d'éthyle, liquide visqueux, inodore, distillant à 129°-131° sous 3mm; méthylbutyltétrahydrophénylacétate d'éthyle, liquide d'odeur faible distillant à 136°-139° sous 10mm; l'acide correspondant est liquide et distille à 174°-177° sous 10mm, son chlorure distille à 127°-128° sous 8mm; méthylbutylhexahydrophénylacétate d'éthyle, liquide inodore distille à 146°-149° sous 14mm, son acide distille à 173°-176° sous 12mm et son chlorure à 134°-136° sous 12mm.

Tous ces chlorures d'acides nous ont donné, par l'action de CH^3MgI, les cétones suivantes qui sont pour la plupart nouvelles :

([1]) G. Darzens, *Comptes rendus*, t. 144, p. 326.

([2]) L'acide cyclohexènacétique, ainsi que ses trois dérivés méthylés, ont été déjà décrits et étudiés avec soin par M. Wallach. Ce savant, d'après l'étude des produits d'oxydation, place la double liaison suivant les isomères, soit dans le noyau, soit dans la chaîne.

Cyclohexènacétone $C^6H^9 — CH^2 — CO — CH^3$, distille à 79°-80° sous 11^{mm}, semicarbazone (p. f. 143°). Hexahydrophénylacétone, bouillant à 83°-85° sous 13^{mm}, semicarbazone 176° (cette cétone a déjà été préparée par M. Freundler qui donne 182°,5 comme point de fusion de la semicarbazone). Orthométhylcyclohexènacétone, odeur de menthe camphrée, distille à 212°, semicarbazone (p. f. 170°).

Métaméthylcyclohexènacétone, liquide à odeur de cétone grasse, distille à 206°-207°, semicarbazone (p. f. 146°). Métaméthylhexahydrophénylacétone, distille à 207°, semicarbazone (p. f. 154°). Paraméthylhexahydrophénylacétone, distille à 208°, semicarbazone 160°-161°. Méthylbutylcyclohexènacétone, à odeur caractéristique, bouillant à 135°-136° sous 10^{mm}, semicarbazone (p. f. 206°).

Le détail de ces recherches paraîtra dans un autre Recueil.

PATHOLOGIE. — *Diverses sortes de surdi-mutités.*
Note de M. **Marage**, présentée par M. Yves Delage.

Dans plusieurs Notes présentées à l'Académie des Sciences et à l'Académie de Médecine, j'ai indiqué les causes de la surdi-mutité, et j'ai montré que l'on pouvait faire l'éducation des centres auditifs en se servant des vibrations fondamentales des voyelles.

Aujourd'hui, je vais étudier les sourds-muets au point de vue de leur acuité auditive.

Dans les écoles spéciales on les classe en demi-sourds et sourds complets, suivant que, par l'air, ils peuvent entendre ou non certaines vibrations, que ces sons soient des bruits, des vibrations musicales ou la parole.

Cette classification fondée sur le degré apparent d'audition est défectueuse pour deux raisons :

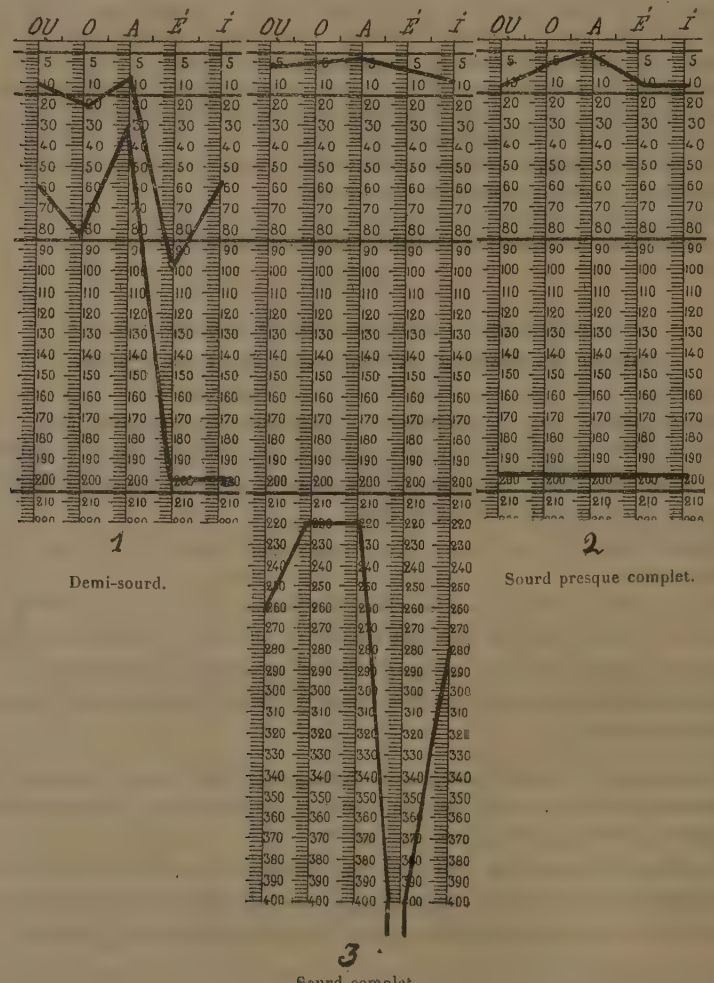
1° Comme je l'ai déjà dit, un sourd-muet peut entendre très bien les bruits et très mal ou même pas du tout la musique ou la parole : il ne faut donc pas employer n'importe quel acoumètre;

2° Le degré de surdité n'a pas une importance aussi grande qu'on le croît : on voit souvent des sujets regardés comme absolument sourds arriver à mieux entendre que d'autres qui avaient des restes très nets d'audition.

Les trois exemples suivants, choisis parmi beaucoup d'autres semblables, montreront l'exactitude de la proposition que je viens d'énoncer :

Pour ne pas compliquer les figures on n'a représenté l'audition que d'une oreille : les tracés inférieur et supérieur de chaque figure représentent l'acuité auditive avant et après le traitement; les chiffres indiquent en millimètres d'eau les pressions de l'air dans la sirène; l'intensité du son est proportionnelle à cette pression; jusqu'à 200, les

vibrations sont transmises par l'air; au-dessus de ce chiffre, elles sont transmises à



1 Demi-sourd.

2 Sourd presque complet.

3 Sourd complet.

Graphiques des acuités auditives.

l'oreille par un tube muni d'une membrane (1),

(1) Mesure de l'acuité auditive : *Société française de Physique*, avril 1902.

Les professeurs avaient établi la classification suivante :

a. Le sujet 1, demi-sourd, arrivera facilement à entendre.
b. Le sujet 2, sourd presque complet, avec quelques restes d'audition, pourra faire quelques progrès.
c. Le sujet 3 est un sourd complet; les exercices acoustiques sont inutiles.

Au contraire, les résultats du traitement que l'on peut voir immédiatement sur les graphiques, ont donné la classification suivante :

a. Le sujet 3, regardé comme incurable, est arrivé à entendre et à comprendre les phrases à 1^m de distance. Les exercices acoustiques avec la sirène ont duré six mois, les exercices à la voie nue (dix minutes par jour et par oreille) ont duré trois ans.
b. Le sujet 2 est arrivé, en deux mois d'exercices à la sirène suivis de six mois d'exercices à la voie nue, à une audition presque aussi bonne que le sujet 3; la rapidité de l'amélioration tient à la forme de l'acuité auditive et à l'âge du malade (16 ans au lieu de 8, âge du sujet 3); les enfants en effet écoutent et retiennent moins bien que les adultes.
c. Les résultats obtenus chez le sujet 1, qui au début était bien moins sourd que les autres, ont été moins bons pour deux raisons : l'acuité auditive présentait des trous dans l'audition, et les exercices à la voie nue ont été complètement suspendus après six mois, le sujet étant rentré dans un ouvroir de sourdes-muettes.

Conclusions. — 1° On ne doit pas diviser les sourds-muets en demi-sourds et sourds complets; car le degré de surdité a relativement peu d'importance ;

2° On doit les classer d'après leur forme d'acuité auditive en sourds-muets comprenant et répétant ce qu'ils entendent (surdité régulière) et en sourds-muets ne comprenant pas et ne pouvant pas répéter ce qu'ils entendent (trous dans l'audition) ;

3° Chez les premiers l'amélioration de l'audition est plus rapide que chez les seconds ;

4° Quand on a développé suffisamment l'acuité auditive au moyen des vibrations fondamentales des voyelles, il faut souvent beaucoup de temps et de patience pour arriver à faire comprendre et retenir à l'élève ce qu'il entend.

En effet, quand un sourd-muet sait lire, écrire et lire sur les lèvres, il connaît la langue en tant que signe mais il ne la connaît pas en tant que son ; c'est donc pour lui l'étude par l'oreille d'une langue nouvelle et l'on sait le temps qu'il faut à nos élèves de lycée pour arriver à apprendre et parler une langue étrangère.

ZOOLOGIE. — *Sur quelques particularités biologiques de la faune annélidienne des mers antarctiques.* Note [1] de M. Ch. Gravier, présentée par M. Edmond Perrier.

On connaît aujourd'hui presque une centaine d'espèces d'Annélides Polychètes dans l'Antarctique proprement dite. Un petit nombre de points de cette partie du globe ont été explorés méthodiquement. Les résultats des campagnes scientifiques récentes dans les mers australes ne sont pas encore publiés, sauf ceux de la *Southern Cross* qui recueillit 15 espèces au cap Adare (Victoria Land) et dont 6 ont été trouvées à l'Antarctique sud-américaine par les expéditions du *Français* et du *Pourquoi-Pas?* Ces résultats et ceux des expéditions futures feront sûrement connaître beaucoup d'autres formes vivant dans les eaux antarctiques, où, semble-t-il, la faune annélidienne est plus homogène que dans les mers plus chaudes de l'hémisphère sud ; cela tient sans doute à ce qu'au sud du Cap de Bonne-Espérance et de la Terre de Feu, les trois grands océans Atlantique, Pacifique et Indien se fusionnent. Il en résulte vraisemblablement plus de similitude au point de vue des conditions d'ambiance que dans les zones plus chaudes de l'hémisphère sud, séparées par les barrières continentales de l'Afrique et de l'Amérique.

La faune annélidienne antarctique présente certaines particularités biologiques qui doivent être mentionnées.

C'est d'abord l'*incubation* qui se manifeste sous des formes diverses chez des genres non incubateurs dans les mers tempérées ou les mers chaudes, comme les genres *Eteone* (*Eteone Gaini* Grav.) et *Flabelligera* (*Flabelligera mundata* Grav.). Le fait n'est d'ailleurs pas localisé chez les Annélides Polychètes ; il est fréquent dans différents groupes du règne animal.

Chez les Actinies, par exemple, J. A. Clubb a signalé les curieuses poches incubatrices de l'*Urticina Calgreni* du Cap Adare ; Vaney a étudié plusieurs formes incubatrices chez les Holothuries rapportées par le *Français*, etc. En second lieu, c'est le *gigantisme* de certaines espèces, particulièrement frappant chez le *Trypanosyllis gigantea* (Mac Intosh) parmi les Syllidiens, le *Lœtmatonice producta* Grube parmi les Aphroditiens, le *Flabelligera mundata* Gravier parmi les Flabelligériens, etc. Le même phénomène s'observent chez d'autres animaux dont l'organisation est toute

(1) Présentée dans la séance du 16 octobre 1911.

différente de celles des Polychètes. Chez les Tuniciers, par exemple, les colonies de *Julinia* peuvent dépasser 40^m de longueur; cette espèce géante est en même temps incubatrice.

Des particularités du même ordre ont été constatées dans la forme arctique. En particulier, le gigantisme de certaines formes du Nord a été signalé dans les groupes les plus divers; il est remarquable chez les êtres les moins élevés en organisation, chez les Polypes hydraires, notamment. Je me rappelle la surprise que j'éprouvai sur les côtes de Norvège, dans les fjords de Bergen et de Trondhjem, en voyant la taille énorme qu'y prennent les Hydraires, les *Tubularia* entre autres, surtout quand je les comparais, par la pensée, à leurs congénères rabougris et d'ailleurs fort rares que j'ai rapportés des contrées tropicales, tant de la côte des Somalis que du golfe de Guinée.

Quant aux véritables causes de ce gigantisme, trop fréquent et trop répandu dans les groupes les plus divers pour être accidentel ou pathologique, elles se rattachent étroitement à des conditions de milieu, mais elles nous échappent en général. On ne peut guère songer à faire intervenir la lumière qui a une influence si nette sur la croissance des végétaux, mais qui est beaucoup moins agissante sur la plupart des animaux. L'alimentation, comme le pensent certains auteurs, joue probablement un rôle à ce point de vue. Les Diatomées, qui pullulent dans les eaux antarctiques, seraient, directement ou non, la source de la nourriture des animaux qui y vivent. Mais il est vraisemblable que la moindre concurrence vitale doit favoriser le développement des individus. Les géants vivent isolément ou en groupes peu nombreux. Ainsi, les pêcheurs de la Mer du Nord et d'Helgoland prennent parfois, en des points différents de ceux où ils trouvent les Homards de taille moyenne ou petite, des individus de grandeur exceptionnelle (tous mâles) pesant jusqu'à 5^{kg} et qu'ils appellent *old bachelors*. Tel est aussi le cas de certains animaux capables de vivre dans les grandes profondeurs, comme l'*Onuphis tubicola* O.-F. Müller, qu'on trouve isolément, en des points très éloignés les uns des autres, avec des dimensions et des nombres de segments très supérieurs à ceux des exemplaires de même espèce qui vivent dans les eaux du littoral ou de la surface des côtes nord-atlantiques.

La température des eaux où vivent les animaux rapportés de l'Antarctique sud-américaine demeure voisine de 0° C. C'est à peu de chose près la température des eaux dans les grandes profondeurs. La plus basse température observée par la *Valdivia* dans les contrées subantarctiques est — 0° C.

près de l'île Bouvet, à 457^m de profondeur. D'après Willey, la température des eaux où ont été dragués les Polychètes de la *Southern Cross* était de 30°F., c'est-à-dire un peu au-dessous de — 1° C. Ces indications montrent qu'une température constamment basse n'est nullement incompatible avec l'existence d'une foule d'organismes divers.

Quoi qu'il en soit, d'après les données actuelles, encore fort incomplètes, on peut affirmer qu'il existe dans l'océan Antarctique une faune annélidienne beaucoup plus riche et beaucoup plus variée qu'on ne l'aurait supposé. Elle comprend des représentants de presque toutes les familles des mers chaudes et des mers tempérées, qui se sont adaptés aux conditions de l'ambiance dans ces régions. Ces conditions, notamment au point de vue de la température, paraissent être bien défavorables si on les compare à celles qui sont réalisées dans les mers des régions chaudes ou des contrées tempérées. Cependant, nombre d'espèces prennent, dans l'Antarctique, des dimensions inconnues dans les eaux à température plus élevée. Il semble, tout au moins pour ces formes géantes, que les mers des régions polaires constituent un milieu favorable surtout au développement des individus, tandis que les eaux des pays chauds ou des pays tempérés, se prêtent plutôt à leur multiplication.

ENTOMOLOGIE. — *Évolution et histoire du « Ver du Cayor », larve cuticole africaine de* Cordylobia anthropophaga *Blanchard* (*Muscides*). Note de M. E. Roubaud, présentée par M. E.-L. Bouvier.

On sait que le *Ver du Cayor* est une larve qui vit *sous* la peau de l'homme et des animaux domestiques, où sa présence provoque la formation de tumeurs spéciales, d'aspect furonculeux, s'ouvrant à l'extérieur par un orifice béant qui laisse apercevoir la région stigmatifère caudale du parasite. Durant un séjour d'un mois au Laboratoire et Institut vaccinogène de Bamako, j'ai pu mettre en évidence l'histoire, jusqu'ici inconnue, du mode de pénétration et de l'évolution du parasite.

Plusieurs hypothèses principales étant à envisager, relativement au mode d'évolution des œufs de la mouche, j'ai réalisé en vue de les vérifier les expériences ci-après :

Première hypothèse. — Les œufs sont déposés directement par la femelle sur le corps des hôtes, et les larves, à l'éclosion, s'enfoncent immédiatement sous la peau.

Expérience I. — 71 œufs ont été déposés sur des animaux divers (chiens, cobayes, singes) : les uns fixés directement par l'oviscapte de la femelle en cours de pontes expérimentales parmi les poils et sur l'épiderme ; les autres enfoncés artificiellement dans l'épaisseur de la toison ; certains collés à la peau à l'aide d'une petite goutte de sérum sanguin dilué dans l'eau physiologique, ou déposés *sous* l'épiderme après scarification légère de la peau. — Résultat : aucun animal ne s'infecte.

Deuxième hypothèse. — Les œufs déposés sur le corps des hôtes sont avalés par ceux-ci, et les larves, après éclosion, gagnent la peau en traversant le tube digestif et le cœlome, à la manière des larves d'Hypodermes.

Expérience II. — 12 œufs sont donnés en ingestion buccale à un cobaye. Résultat : aucune infection.

Troisième hypothèse. — Les œufs sont déposés dans le sol et les larves, après éclosion, s'accrochent au corps des hôtes qui viennent à leur portée, puis pénètrent sous la peau directement et d'une façon active.

Expérience III. — 15 petites larves obtenues de l'éclosion des œufs, *in vitro*, sont placées au sein d'une légère couche de sable dans un grand cristallisoir. Un cobaye est maintenu enfermé dans le cristallisoir pendant 20 heures, puis retiré et placé en cage grillagée. Résultat : 3 jours après, on constate chez le cobaye la présence de 6 tumeurs siégeant à la face ventrale du corps, sur les bords du museau et de l'anus, et contenant chacune une larve en plein cours de développement.

Ces expériences démontrent que l'*infestation se fait bien et exclusivement par la pénétration directe et active, à l'intérieur de la peau des hôtes, de jeunes larves écloses au dehors*. Une dernière expérience d'*absorption buccale et nasale* des larves écloses n'a pas donné de résultats.

En multipliant les recherches d'infection directe par les larves, j'ai pu suivre jour par jour l'évolution du parasite. Je résumerai ainsi son histoire :

1° *Larve primaire.* — La mouche adulte dépose, dans le sable, la poussière ou la terre humide, plus de 150 œufs qui sont blanchâtres et mesurent 1^{mm} de longueur. Après 48 heures, il sort de l'œuf une minuscule *larve primaire* blanche, très mobile, pourvue de deux crochets buccaux et de deux paires d'appendices postérieurs mobiles et tentaculiformes. Cette larve agite sa partie antérieure pour s'accrocher et grimper habilement le long des poils ; elle ne prend pas de nourriture et ne peut rester plus de

10 jours à 25°-28° dans du sable très sec, tandis que sa résistance au jeûne atteint au plus 48 heures à 35°, température qui se rapproche de celle du corps des hôtes. Parvenue à la surface de la peau, elle s'y enfonce de suite et y provoque une tumeur entièrement cutanée. C'est le *stade d'introduction* après lequel l'animal grossit, devient un peu claviforme, moins mobile et incapable de percer à nouveau le tégument quand on l'a expulsé de sa loge.

2° *Larve secondaire.* — Vers le troisième jour, une première mue donne un ver (3^{mm}) claviforme muni d'une ceinture d'épines noires sur les huit premiers segments et semblable au *ver macaque* ou *berne* de la *Dermatobia*, ce qui témoigne des affinités ou des analogies entre Œstrides et Muscides. Cette *larve secondaire* peut être appelée *macacoïde*.

3° *Larve tertiaire.* — Au cinquième jour (5^{mm}), l'aspect claviforme s'atténue et une *deuxième mue* libère la *larve tertiaire* bien connue. Celle-ci achève sa croissance en 2 à 3 jours, sort à reculons de sa crypte et reste à l'*état de vie latente* un temps égal, puis se transforme en pupe.

Il y a donc cinq stades qui, dans les meilleures conditions, ne durent pas plus d'une semaine. La myase est purement cutanée, mais lorsque l'hôte a la peau très mince (rat), elle peut atteindre le tissu sous-cutané.

Déposée sur la peau d'un hôte, la larve primaire y pénètre aussitôt, mais son évolution, rapide et parfaite chez le chien et le rat, reste imparfaite chez le cobaye et semble nulle chez le porc et la poule.

Or, ces trois dernières espèces ont une température centrale inférieure à 39° et les deux premières une température supérieure ; il semble donc y avoir une relation entre la vie larvaire et la température des hôtes.

Au stade libre prépupal, la température doit être inférieure à 35°.

Deux essais d'infection tentés sur le docteur Bouet et sur moi n'ont pas réussi ; d'ailleurs, l'Européen n'est qu'un hôte accidentel pour le parasite qui s'accroche au linge tombé à terre dans la poussière des « cases de passage », toujours malpropres ; c'est là ce qu'il faut surveiller. Chez l'indigène qui couche à terre, l'infection est naturellement beaucoup plus facile.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les pigments mélaniques d'origine animale.* Note de M. **Maurice Piettre**, présentée par M. E. Roux.

Jusqu'ici, dans l'étude des pigments mélaniques, les savants se sont surtout proposé deux choses : d'abord d'isoler ces pigments (ce qui d'ailleurs

représente une grosse difficulté) et ensuite d'en fixer la composition élémentaire. Les résultats de nombreuses analyses sont manifestement discordantes, non seulement d'un auteur à l'autre, mais pour des substances de même origine. La raison principale de ces différences doit être cherchée dans les procédés de préparation du pigment.

Le plus souvent l'obtention de la substance noire est le résultat d'un traitement chimique. On part d'un tissu riche en pigment (tumeur, peau, poils, etc.) que l'on soumet à l'action prolongée et répétée de bases ou d'acides forts. A chaud les éléments histologiques sont dissous et hydrolysés; la matière de coloration foncée qui reste inattaquée est considérée comme mélanine.

Ces conditions expérimentales ne nous ont pas paru suffisamment rigoureuses. On comprend, en effet, étant donnée la structure très serrée des tissus ectodermiques (derme, épiderme) qu'il puisse subsister des éléments non attaqués, constituant autant d'impuretés; en outre l'action hydrolysante des acides ou des bases a bien des chances de s'exercer également sur le pigment lui-même.

Nous pensons que l'étude chimique d'un tissu d'un élément organisé ou non ne peut être poursuivie avec sécurité qu'à la condition expresse d'isoler ce tissu ou cet élément tel qu'il existe chez l'être dont il provient. Pour le pigment mélanique il faut donc avoir recours à des procédés physiques de séparation plutôt qu'à des méthodes chimiques de traitement.

I. Nous avons choisi comme matière première le pigment mélanique du cheval, si abondant dans les tumeurs sarcomateuses des sujets à robe claire (robe grise).

Recueillies à l'abattoir de Brancion, ces tumeurs étaient aussitôt transportées au laboratoire.

Les parties les plus fortement pigmentées sont réduites en fines tranches, puis passées au broyeur. Avec beaucoup de peine on obtient une pâte brunâtre qui est soumise à un nouveau broyage plus serré.

La pulpe mêlée à un grand volume d'eau distillée froide est versée dans des vases à précipité de haute taille et déposée à la glacière (500g de substance pour 12 litres d'eau).

Après 24 heures de contact il s'est formé un culot grisâtre (débris de tissus fibreux, de fibres musculaires, d'éléments cellulaires), la liqueur surnageante offre une coloration brunâtre due à la présence de graines mélaniques de différentes dimensions à l'état de pureté.

On siphonne avec soin en évitant tout entraînement du dépôt solide. Le liquide

ainsi séparé est soumis à une rapide centrifugation dans un bol à axe vertical et à écoulement continu. De nouveau le pigment peut être mis en suspension dans de l'eau et centrifugé. On obtient enfin le pigment mélanique complètement exempt de toute particule étrangère.

II. Au microscope le grain mélanique en suspension dans l'eau apparaît comme une petite sphère à peine brunâtre à la périphérie; à l'ultramicroscope il se montre formé d'une série de cercles alternativement sombres et brillants.

Séchée, la substance pigmentaire est une poudre brune à reflets roux, à saveur légèrement âcre, à odeur vireuse. Calcinée en capsule de platine, elle brûle sans fumée, très lentement, et laisse des cendres infusibles, de couleur ocre, contenant du fer et, en outre, de la chaux et du phosphore.

Après dessiccation à 110° elle est extrêmement peu soluble à froid dans les alcalis, et surtout dans les acides.

Nous avons étudié d'une façon particulière l'action des alcalis à chaud et sous pression.

Dans un solide autoclave, on introduit 30^{g} de pigment sec et pulvérisé et 600$^{cm^3}$ de soude à 10 pour 100. On chauffe entre 45 et 50 heures à 12^{kg} de pression.

A l'ouverture de l'appareil on constate un fort dégagement d'ammoniac et de méthylamines. La liqueur alcaline est filtrée chaude; il reste un faible résidu insoluble.

Le filtrat brunâtre est neutralisé à chaud par SO^4H^2. Pendant l'addition d'acide il se dégage des torrents de CO^2. Il précipite de gros flocons qu'on recueille et qu'on lave par aspiration à la trompe. On a une nouvelle substance d'un noir jais, inodore, sans saveur. Les eaux sont concentrées dans le vide jusqu'au début de cristallisation du sulfate de soude; on continue l'évaporation lente au bain-marie; la cristallisation doit se faire à froid.

Quand toute la masse est cristallisée on épuise à chaud par de l'alcool méthylique fort qui insolubilise le sulfate de soude en le déshydratant.

La liqueur alcoolique est légèrement colorée en brun; on distille et l'on reprend avec de très faibles quantités d'eau; par concentration au bain-marie on sépare des substances cristallisables (3,5 pour 100) et un résidu amorphe beaucoup plus important (14 pour 100).

Parmi les premières on sépare de l'alanine cristallisée.

Les substances amorphes donnent des sels de cuivre et peuvent être éthérifiées suivant la méthode de Fischer. Nous avons traité 13,52 de matière qui, après éthérification, distillation dans le vide et saponification des éthers, ont fourni 1,375 de produits cristallisés. Étant donnée la faible quantité de matière mise en œuvre, il a été impossible d'obtenir des séparations.

L'ensemble de ces propriétés indique bien qu'il s'agit d'acides amidés.

L'hydrolyse alcaline provoque donc la scission de la molécule pigmen-

taire en deux fragments : un groupe d'acides amidés et un noyau qu'il nous reste à étudier et à comparer au pigment mélanique initial.

III. L'analyse élémentaire, les cendres déduites, donne les résultats suivants :

	C.	H.	N.	S.	Fe (moyenne).
Pigment mélanique.............	52,20	4,80	12,48	2,28	0,254
	51,63	4,85	12,43	2,25	
Dérivé pigmentaire d'hydrolyse..	61,72	4,39	9,40	1,60	0,178
	62,61	4,00	9,88	1,49	

L'hydrolyse acide (acide sulfurique à 35 pour 100) permet d'isoler un faisceau d'acides amidés amorphes 9,32 pour 100 et cristallisé (tyrosine 0,11 pour 100; leucine 2,95 pour 100) et un noyau pigmentaire de composition suivante :

C.	H.	N.	S.	Fe.
55,69	3,49	9,72	non dosé	»
55,98	3,54	9,59	»	»

La comparaison de ces chiffres est suffisamment instructive. Le pigment mélanique d'origine animale est donc constitué par un *groupe albuminoïde* que l'hydrolyse permet d'isoler et par un *noyau pigmentaire*, plus condensé, d'un noir jais, insoluble dans les acides, très soluble dans les alcalis.

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Examen chimique et lithologique de la météorite d'El Nakhla*. Note de M. STANISLAS MEUNIER.

Les études auxquelles je soumets en ce moment la météorite tombée le 28 juin 1911 [1], au village d'El Nakhla, non loin d'Alexandrie d'Égypte, ont confirmé pleinement l'opinion que j'avais conçue à son égard dès la première vue, et qui m'y faisait voir un type lithologique nouveau [2]. Rien de semblable à elle ne se trouve actuellement dans la collection du Muséum.

Avant tout, la matière dont cette météorite est constituée est remarquable par son caractère nettement cristallin, bien que des cristaux entiers y fassent complètement

(1) Et non pas le 29 comme on l'a dit par erreur.
(2) *Comptes rendus*, t. 153, séance du 4 septembre 1911, p. 524.

défaut : sur les cassures brillent de tous côtés des surfaces de clivage, souvent larges. La couleur est un gris verdâtre, avec des taches plus ou moins rosées ou brunâtres à contours mal délimités. La roche est remarquablement friable : la pression très modérée du pilon dans un mortier d'agate ou de porcelaine la réduit en une poussière d'où le barreau aimanté retire une faible proportion de petits grains noirs magnétiques. Les surfaces sciées ne prennent qu'un poli imparfait; aussi n'est-on pas étonné de la grande porosité de la substance. Cependant celle-ci est dure, car sa poussière écrasée entre deux lames de verre y imprime des rayures très nettes.

Réduite en lames minces, la météorite d'El Nakhla montre au microscope la structure essentiellement clastique, si ordinaire dans les roches cosmiques. Chaque grain est un débris plus ou moins anguleux, sans orientation déterminée relativement à ses voisins et le tout a, en conséquence, la structure générale et l'apparence de certains grès terrestres. Cette remarque suppose que des phénomènes de broyage et de charriage ont précédé la cimentation d'où la roche a reçu sa cohésion.

La densité prise par la méthode du flacon, à la température de 17°, sur quatre petits fragments pesant ensemble 3g, 40 et soigneusement débarrassés de l'air d'imprégnation fortement retenu dans les pores, a été trouvée égale à 3,388.

Au chalumeau, la substance est difficilement fusible en un émail noir très brillant, ressemblant, par son éclat comme par sa nuance, à la croûte dont les échantillons ont été recouverts par l'échauffement consécutif au trajet trans-atmosphérique. Cette croûte devait, à première vue, faire supposer une analogie chimique entre la pierre égyptienne et les météorites feldspathiques connues sous le nom d'*eukrites*. Mais il n'en est rien et l'analyse a donné :

Silice	47,40
Alumine	0,69
Protoxyde de fer	20,80
Chaux	15,20
Magnésie	14,61
Potasse et soude	0,05
Oxyde de manganèse	0,85
	99,60

C'est, presque exactement, la composition de certaines variétés d'hypersthène terrestre : ce minéral constitue 83,34 pour 100 de la roche extra-terrestre, le surplus étant soluble dans l'acide chlorhydrique et représentant la substance conjonctive entre les grains du pyroxène rhombique.

L'examen des lames minces confirme d'ailleurs cette conclusion. L'hypersthène, tout à fait prépondérant, se signale par sa symétrie cristalline, par l'éclat de ses couleurs de polarisation; par les inclusions brunes si caractéristiques, consistant en ilménite d'après Rosenbuch; enfin par ses mâcles et des groupements réguliers que M. Lacroix a décrits chez la bronzite des lherzolithes (*Minéralogie de la France*, t. I, p. 543).

En résumé, la *Nakhlite* viendra se ranger dans la classification à côté de la *Chladnite*, dont elle diffère par la substitution de l'hypersthène à l'enstatite. Elle rappelle la *Chassignite*, qui est presque entièrement péridotique et il ne lui manque guère qu'un fin réseau de fer nickelé entre ses grains lithoïdes pour coïncider avec la *Lodranite*. Celle-ci est, comme elle, un grès cosmique, mais son ciment reproduit, par son éclat métallique, le lacis filonien de certaines assises terrestres, galénifères en Prusse rhénane, cuprifères en Bolivie, et dans les deux cas exploitées métallurgiquement. Cette remarque suffirait à révéler les liens étroits qui rattachent la géologie des météorites à l'histoire évolutive de notre propre globe.

OCÉANOGRAPHIE. — *Chute des sédiments à travers les eaux océaniques.* Note de M. J. **Thoulet**.

Si l'on mesure expérimentalement la vitesse v de chute dans l'eau des sédiments sableux des diverses catégories (sables gros, moyen, fin, très fin) et vaseux (fins-fins et argile) qui couvrent le lit océanique, on observe qu'elle varie entre $0^{m},108$ et $0^{m},00007$ par seconde et est telle qu'un grain tombant en chute libre parcourt verticalement un espace de 1^{m} en un temps compris entre 9,3 secondes, s'il est gros, et 14400 secondes, soit 4 heures, s'il est parmi les plus fins. L'expérience, répétée avec des carapaces de globigérines d'un diamètre moyen de $0^{mm},3$, indique pour ces foraminifères une vitesse de chute de $0^{m},26$ par seconde, les laissant descendre de 1^{m} en 303 secondes, soit 5 minutes environ.

Quand un grain sableux abandonné à lui-même dans la mer traverse l'épaisseur h d'un courant horizontal animé d'une vitesse V par seconde, il s'écarte dans le sens de ce courant de la verticale du point où il a commencé à descendre, d'une distance égale à la vitesse V multipliée par le nombre de secondes $\frac{h}{v}$ qui lui sont nécessaires pour franchir l'épaisseur h.

On sait que l'Océan se partage depuis sa surface en deux zones superposées. La première, d'eau agitée, est sillonnée par un ou plusieurs courants horizontaux superposés, différant entre eux de direction, de vitesse et d'épaisseur. La seconde, d'eau immobile, s'étend depuis la limite inférieure de la première zone jusqu'au sol, quelle que soit sa profondeur. On peut mesurer directement l'épaisseur, l'orientation et la vitesse de chacun de ces courants en un point quelconque de l'Océan.

Le *Challenger* a exécuté ces mesures en une localité de 4846^{m} de profondeur, située dans l'ouest des Bermudes, pour une succession de sept courants compris entre la surface et 1100^{m} de profondeur, de sorte qu'il est facile de construire graphiquement la rose de ces courants.

En appliquant les valeurs données par le *Challenger* à une globigérine moyenne, on constate que ce foraminifère parviendra sur le fond, à 4846^{m}, avec un écart de 3320^{m}, c'est-à-dire 1,79 mille, dans une direction S 89° E du pied de la verticale et après une durée de temps de 3 heures 40 minutes et 31 secondes.

La détermination de la position d'une localité de l'Océan ne se faisant guère, astronomiquement, qu'avec une approximation de 3 milles, on voit que l'écart de chute est insignifiant et que le grain n'emploie qu'un temps très court pour parvenir même aux plus grandes profondeurs océaniques.

Ces faits conduisent aux conclusions suivantes qui intéressent à la fois l'océanographie, la géologie stratigraphique et la paléogéographie.

1° Sur toute l'aire océanique occupée par les sédiments pélagiens, le sol est recouvert en majeure partie par une petite quantité de poussières minérales transportées par les vents sur le globe entier et surtout par des débris d'êtres ayant vécu au sein de la zone superficielle dans des conditions physiques d'habitat (nature des eaux, température, climat, etc.) possibles à connaître. Le fond est donc la *projection horizontale physique* de la surface exactement sus-jacente. En d'autres termes, les conditions physiques ambiantes de cette surface, telles qu'elles sont marquées par la présence d'êtres vivants, sont indiquées par les débris contenus dans l'échantillon qui s'est déposé verticalement au-dessous.

2° Les fonds côtiers, composés de débris minéraux d'érosion et d'abrasion enlevés aux continents et méritant seuls par conséquent la dénomination de *terrigènes*, ne s'éloignent de terre, vers le large, qu'à une faible distance représentée sur une carte bathylithologique par la limite d'apparition des vases proprement dites, au delà de laquelle commencent les fonds pélagiques. Cette limite correspond à la rencontre, avec le lit sous-marin, de la surface supérieure de la zone d'eau calme, là où le fond cesse, en chaque lieu, d'être remué par les vagues. Les fonds dits *terrigènes* se confondent donc avec les fonds côtiers et n'occupent (sauf de rares exceptions attribuables à des phénomènes d'exaration par les glaces), le long des continents, qu'une étroite bande de sables vaseux, vases très sableuses et vases sableuses.

3° La rapidité de chute des foraminifères, favorisant la conservation de la matière protoplasmique qui en entoure les carapaces, apporte sans doute une alimentation au benthos dont l'absence, en certaines localités du lit océanique, proviendrait peut-être de l'absence correspondante de plankton au sein des eaux superficielles recouvrant ces localités.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 octobre 1911.

Commission permanente des valeurs de douane. Session de 1911 : Rapport de M. Alfred Picard, Membre de l'Institut, Président de la Commission, au Ministre du Commerce et de l'Industrie. Paris, Imprimerie nationale, 1911; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

État actuel de nos connaissances sur la géologie de l'Afrique occidentale, par Henry Hubert, 1911; échelle de $\frac{1}{5000000}$. Paris, Émile Larose; 1 feuille in-plano. (Présenté par S. A. le Prince Roland Bonaparte.)

Bericht über den II internationalen Kältekongress, Wien, 1910, 6-12 *Oktober;* Bd. I, II. Vienne, 1911; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Armand Gautier.)

Recueil de l'Institut botanique Léo Errera (Université de Bruxelles), publié par Jean Massart; Tome supplémentaire VII*bis*, Annexe au Tome supplémentaire VII*bis*, Tome VIII. Bruxelles, Henri Lamertin, 1911; 3 vol. in-4°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

L'internationalisme scientifique (Sciences pures et Lettres), par H. Eijkman. La Haye, W.-P. van Stockum et fils, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux. Hommage de l'auteur.)

Sur les propriétés des nombres en diagonale, par Antonio Cabreira. (Extr. des *Trabalhos da Academia de Sciencias de Portugal*, 1re série, t. II.) Lisbonne, 1910; 1 fasc. in-8°.

Abhandlungen über Dialyse (*Kolloide*). Drei Abhandlungen von Th. Graham. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1911; 1 vol. in-12.

La matière et les forces de la nature, par D. Brisset; 2e édition. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1911; 1 vol. in-12.

Bulletin de l'Institut océanographique (Fondation Albert Ier, Prince de Monaco); no 211 : *Observations faites au Musée océanographique de Monaco, sur le mode et la vitesse de croissance de* Stauridium Cladonema *H.*, par Alfred Heilbronn. — No 212 : *Contributions au système des Méduses, basées sur des formes bathypélagiques des Campagnes scientifiques de S. A. S. le Prince de Monaco*, par Otto Mass. — No 213 : *Études sur les gisements de coquilles comestibles des côtes de France : La presqu'île du Cotentin* (avec deux Cartes), par L. Joubin. Monaco, juillet 1911; 3 fasc. in-8o.
